

EXPRESS MAIL NO. EL 756 223 348 US

DATE OF MAILING 10/23/01

72 S.W.H
11/28/02
JC832 U.S. PRO
10/015091



Our File No. 9281-4223
Client Reference No. N US00101

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
Naoya Hasegawa)
Serial No. To be Assigned)
Filing Date: Herewith)
For Spin-Valve Thin-Film Magnetic Element Without)
Sensing Current Shunt And Thin-Film Magnetic)
Head Including The Same)

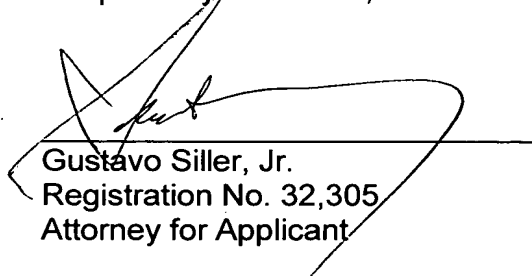
SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of priority document Japanese Patent Application No. 2000-328276 filed October 27, 2000 and 2000-354145 filed November 21, 2000 for the above-named U.S. application.

Respectfully submitted,


Gustavo Siller, Jr.
Registration No. 32,305
Attorney for Applicant

BRINKS HOFER GILSON & LIONE
P.O. BOX 10395
CHICAGO, ILLINOIS 60610
(312) 321-4200

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

JCE32 U.S. PTO
10/015091
10/23/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年10月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-328276

出 願 人

Applicant(s):

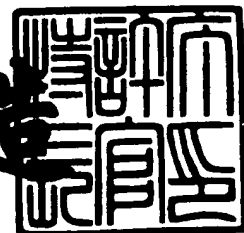
アルプス電気株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 8月31日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 J81952A1

【提出日】 平成12年10月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/39

【発明の名称】 スピンバルブ型薄膜磁気素子及び薄膜磁気ヘッド及び浮上式磁気ヘッド並びにスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法

【請求項の数】 15

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社内

【氏名】 長谷川 直也

【特許出願人】

【識別番号】 000010098

【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064908

【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100108578

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】 100089037

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 隆

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 和哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【弁理士】

【氏名又は名称】 村山 靖彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704956

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スピンバルブ型薄膜磁気素子及び薄膜磁気ヘッド及び浮上式磁気ヘッド並びにスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくともフリー磁性層及び固定磁性層を備えて磁気抵抗効果を示す積層体と、少なくとも前記フリー磁性層のトラック幅方向両側に位置して前記フリー磁性層の磁気モーメント方向を一方向に揃える一对のハードバイアス層と、前記一对のハードバイアス層上から前記積層体のトラック幅方向両端部分まで延在する一对の絶縁膜と、少なくとも前記一对の絶縁膜を介して前記ハードバイアス層上に積層された一对のリード層とを具備してなり、

前記一对のリード層には前記積層体の一部上まで延在するオーバーレイ部がそれぞれ設けられ、該オーバーレイ部の先端部分が前記絶縁膜よりも前記積層体の中央側まで延在して前記積層体に接合することを特徴とするスピンバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 2】 前記の各先端部分のトラック幅方向の幅が $0.01\mu\text{m}$ 以上 $0.05\mu\text{m}$ 以下の範囲であることを特徴とする請求項 1 に記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 3】 前記絶縁膜が、酸化アルミニウム、酸化シリコン、酸化タンタル、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ハフニウム、酸化クロム、酸化バナジウム、酸化ニオブのうちのいずれか 1 種またはこれら 2 種以上の混合物からなることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 4】 前記絶縁膜の膜厚が、 0.5nm 以上 20nm 以下の範囲であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 5】 前記オーバーレイ部のトラック幅方向の幅が $0.1\mu\text{m}$ 以上 $0.3\mu\text{m}$ 以下の範囲であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 6】 前記積層体は、前記フリー磁性層と、非磁性導電層と、前

記固定磁性層と、交換結合磁界により前記固定磁性層の磁気モーメント方向を固定する反強磁性層とが少なくとも順次積層されて形成されたものであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 7】 前記積層体は、前記フリー磁性層の厚さ方向両側にそれぞれ、非磁性導電層と、前記固定磁性層と、交換結合磁界により前記固定磁性層の磁気モーメント方向を固定する反強磁性層とが少なくとも順次積層されて形成されたものであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項 8】 請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子を磁気記録情報の読出し素子として備えたことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 9】 スライダに、請求項 8 に記載の薄膜磁気ヘッドを具備しなことを特徴とする浮上式磁気ヘッド。

【請求項 10】 基板上に、少なくともフリー磁性層及び固定磁性層を含む積層膜を形成した後に、該積層膜上に、前記積層膜に接する当接面と該当接面を挟む両側面と前記当接面と前記両側面の間であって該当接面のトラック幅方向両側に設けられた一对の切込部とを具備してなる第 1 リフトオフレジストを形成し、更に前記積層膜にエッチング粒子を照射して前記第 1 リフトオフレジストの両側面よりトラック幅方向外側にある積層膜の全部または一部をエッチングすることにより、断面視略台形状の積層体を形成する積層体形成工程と、

前記積層体の両側に、前記基板に対して角度 θ_1 の方向からスパッタ粒子を堆積することにより、少なくとも前記フリー磁性層と同じ階層に位置する一对のハードバイアス層を積層するバイアス層形成工程と、

前記基板に対して角度 θ_2 (ただし $\theta_1 > \theta_2$) の方向から別のスパッタ粒子を堆積することにより、前記ハードバイアス層上から前記切込部に対応する位置にある積層体上まで延在する一对の絶縁膜を形成する絶縁膜形成工程と、

前記第 1 リフトオフレジストを除去した後に、前記第 1 リフトオフレジストの前記当接面よりも狭幅な当接面と、この狭幅な当接面を挟む両側面と、前記当接

面と前記両側面の間であって該狭幅な当接面のトラック幅方向両側に設けられた一対の切込部とを具備してなる第2リフトオフレジストを前記積層体上面のほぼ中央に形成する第2レジスト形成工程と、

他のスパッタ粒子を堆積することにより、前記絶縁膜上から前記第2リフトオフレジストの切込部に対応する位置にある積層体上まで延在する一対のリード層を形成するリード層形成工程と

からなることを特徴とするスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項11】 前記第2リフトオフレジストを形成した後に別のエッチング粒子を照射して、前記第2リフトオフレジストの切込部に対応する位置にある積層体の一部をエッチングすることを特徴とする請求項10に記載のスピバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項12】 角度 θ_1 が $60 \sim 90^\circ$ の範囲であり、角度 θ_2 が $40 \sim 80^\circ$ の範囲であることを特徴とする請求項10または請求項11に記載のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項13】 基板上に、少なくともフリー磁性層及び固定磁性層を含む積層膜を形成した後に、該積層膜上に、前記積層膜に接する当接面と該当接面を挟む両側面と前記当接面と前記両側面の間であって該当接面のトラック幅方向両側に設けられた一対の切込部とを具備してなる第1リフトオフレジストを形成し、更に前記積層膜にエッチング粒子を照射して前記第1リフトオフレジストの両側面よりトラック幅方向外側にある積層膜の全部または一部をエッチングすることにより、断面視略台形状の積層体を形成する積層体形成工程と、

前記積層体の両側にスパッタ粒子を堆積することにより、少なくとも前記フリー磁性層と同じ階層に位置する一対のハードバイアス層を積層するバイアス層形成工程と、

前記第1リフトオフレジストを除去した後に、前記第1リフトオフレジストの前記当接面よりも狭幅な当接面と、この狭幅な当接面を挟む両側面と、前記当接面と前記両側面の間であって該狭幅な当接面のトラック幅方向両側に設けられた一対の切込部とを具備してなる第2リフトオフレジストを前記積層体上面のほぼ中央に形成する第2レジスト形成工程と、

前記基板に対して角度 θ_3 の方向から別のスパッタ粒子を堆積することにより、前記第2リフトオフレジストの両側面よりトラック幅方向外側にある積層体上から前記ハードバイアス層上まで延在する一対の絶縁膜を形成する絶縁膜形成工程と、

前記基板に対して角度 θ_4 （ただし $\theta_3 > \theta_4$ ）の方向から他のスパッタ粒子を堆積することにより、前記絶縁膜上から前記第2リフトオフレジストの切込部に対応する位置にある積層体上まで延在する一対のリード層を形成するリード層形成工程と

からなることを特徴とするスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項14】 前記絶縁膜を形成した後に別のエッチング粒子を照射して、前記第2リフトオフレジストの切込部に対応する位置にある積層体の一部をエッチングすることを特徴とする請求項13に記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項15】 角度 θ_3 が $60 \sim 90^\circ$ の範囲であり、角度 θ_4 が $40 \sim 80^\circ$ の範囲であることを特徴とする請求項13または請求項14に記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、スピナバルブ型薄膜磁気素子及び薄膜磁気ヘッド及び浮上式磁気ヘッド並びにスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法に関するものであり、特に、検出電流の分流を防止してサイドリーディングの発生を低減することが可能な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

スピナバルブ型薄膜磁気素子は、巨大磁気抵抗効果を示すGMR (Giant Magnetoresistive) 素子の一種であり、ハードディスクなどの記録媒体から記録磁界を検出するものである。

しかもこのスピナバルブ型薄膜磁気素子は、GMR素子の中で比較的構造が単

純で、外部磁界に対して抵抗変化率が高く、弱い磁界で抵抗が変化するなどの優れた長所を有している。

【0003】

図19は、従来のスピバルブ型薄膜磁気素子を、記録媒体との対向面（A B S面）側から見た構造を示す断面図である。

図19に示すスピバルブ型薄膜磁気素子は、フリー磁性層の厚さ方向両側にそれぞれ、非磁性導電層、固定磁性層、反強磁性層が一層ずつ積層された、いわゆるデュアルスピバルブ型薄膜磁気素子である。

なお図19において、図示Z方向はハードディスクなどの磁気記録媒体の移動方向であり、図示Y方向は磁気記録媒体からの洩れ磁界の方向であり、図示X₁方向はスピバルブ型薄膜磁気素子のトラック幅方向である。

【0004】

図19に示す従来のスピバルブ型薄膜磁気素子301は、基板302上に、Taなどからなる下地層303、第1反強磁性層304、第1固定磁性層305、Cuなどからなる第1非磁性導電層306、フリー磁性層307、Cuなどからなる第2非磁性導電層308、第2固定磁性層309、第2反強磁性層310及びTaなどからなる保護層311が順次積層されて形成された積層体312と、この積層体312の両側に形成されたCoPt合金等からなる一対のハードバイアス層332、332と、このハードバイアス層332、332上に形成されたCu等からなる一対のリード層334、334とを主体として構成されている。

【0005】

第1固定磁性層305は、第1強磁性ピンド層305aと、第1非磁性中間層305bと、第2強磁性ピンド層305cとが積層されて構成されている。第2強磁性ピンド層305cの膜厚は、第1強磁性ピンド層305aの膜厚より大とされている。

第1強磁性ピンド層305aの磁気モーメント方向は、第1反強磁性層304との交換結合磁界によって図示Y方向に固定され、また第2強磁性ピンド層305cは、第1強磁性ピンド層305aと反強磁性的に結合してその磁気モーメン

ト方向が図示Y方向の反対方向に固定されている。

【0006】

このように第1、第2強磁性ピンド層305a、305cの磁気モーメント方向が互いに反平行とされているため、それぞれの層の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第2強磁性ピンド層305cが第1強磁性ピンド層305aよりも厚く形成されているので、第2強磁性ピンド層305cの磁気モーメントが僅かに残存し、これにより第1固定磁性層305全体の磁気モーメント方向が図示Y方向の反対方向に固定される。

【0007】

また、第2固定磁性層309は、第3強磁性ピンド層309aと、第2非磁性中間層309bと、第4強磁性ピンド層309cとが積層されて構成されている。第3強磁性ピンド層309aの膜厚は、第4強磁性ピンド層309cの膜厚より大とされている。

第4強磁性ピンド層309cの磁気モーメント方向は、第2反強磁性層310との交換結合磁界によって図示Y方向の反対方向に固定され、また第3強磁性ピンド層309aは、第4強磁性ピンド層309cと反強磁性的に結合してその磁気モーメント方向が図示Y方向に固定されている。

【0008】

第2固定磁性層309では、第1固定磁性層305の場合と同様に、第3、第4強磁性ピンド層309a、309cのそれぞれの磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第3強磁性ピンド層309aが第4強磁性ピンド層309cより厚く形成されているので、第3強磁性ピンド層309aの磁気モーメントが僅かに残存し、第2固定磁性層309全体の磁気モーメント方向が図示Y方向に固定される。

【0009】

このように第1、第2固定磁性層305、309は、第1～第4強磁性ピンド層305a、305c、309a、309cがそれぞれ反強磁性的に結合し、かつ第2、第3強磁性ピンド層305c、309aの磁気モーメントがそれぞれ残存しており、人工的なフェリ磁性状態 (synthetic ferrimagnet; シンセティック

フェリ磁性)を示す層となる。

【0010】

フリー磁性層307は、Co等よりなる第1拡散防止層307aと、NiFe合金よりなる強磁性自由層307bと、Co等よりなる第2拡散防止層307cとが積層されて構成されている。第1、第2拡散防止層307a、307cは、強磁性自由層307bと第1、第2非磁性導電層306、308との相互拡散を防止する。

このフリー磁性層307の磁気モーメント方向は、ハードバイアス層332、332のバイアス磁界によって図示X1方向に揃えられている。

これにより、フリー磁性層307の磁気モーメント方向と第1、第2固定磁性層305、309の磁気モーメント方向とが交叉する関係になる。

【0011】

リード層334、334は、ハードバイアス層332、332上に積層され、更に積層体312の図示X1方向（トラック幅方向）両側から積層体312の中央に向けて延出し、一部が積層体312の図示X1方向両端部分（トラック幅方向両端部分）に乗り上げて積層体312に被着している。積層体312に被着する部分をリード層334、334のオーバーレイ部334a、334aと称する。オーバーレイ部334a、334aは、積層体312上にて相互にTwの間隔をあけて離間している。

【0012】

第1反強磁性層304は、第1固定磁性層305やフリー磁性層307よりも図示X1方向（トラック幅方向）両側に突出して形成されている。

第1反強磁性層304の突出部304a、304aとハードバイアス層332、332との間には、Ta、WまたはCrからなるバイアス下地層331、331が積層されている。更に、ハードバイアス層332、332とリード層334、334との間にはTa、WまたはCrからなる中間層333、333が積層されている。

【0013】

このスピナバルブ型薄膜磁気素子301では、リード層334、334から積

層体 3 1 2 に検出電流（センス電流）が与えられ、磁気記録媒体からの洩れ磁界が Y 方向に与えられると、フリー磁性層 3 0 7 の磁気モーメント方向が X1 方向から Y 方向へ向けて変化する。このフリー磁性層 3 0 7 の磁気モーメント方向の変動と、第 1、第 2 固定磁性層 3 0 5、3 0 9 の磁気モーメント方向との関係で電気抵抗値が変化し（これを磁気抵抗（MR）効果という）、この電気抵抗値の変化に基づく電圧変化により、磁気記録媒体からの漏れ磁界が検出される。

【0 0 1 4】

ところで、このスピバルブ型薄膜磁気素子 3 0 1 では、リード層 3 3 4、3 3 4 から積層体 3 1 2 に与えられる検出電流（センス電流）は主に、図 1 9 に示すようにオーバーレイ部 3 3 4 a、3 4 4 a の先端 3 3 4 b、3 3 4 b の近傍から積層体 3 1 2 に印加される。

従って、積層体 3 1 2 のなかで最もセンス電流が集中するのは、オーバーレイ部 3 3 4 a、3 3 4 a が被着されていない中央部分であり、この中央部分において磁気抵抗（MR）効果が顕著となり、磁気記録媒体の漏れ磁界の検出感度が高くなる。そこで、この中央部分を図 1 9 に示すように感度領域 S と称する。

一方、オーバーレイ部 3 3 4 a、3 3 4 a が被着されている部分においては、感度領域 S に比べてセンス電流が極めて小さく、磁気抵抗（MR）効果が小さくなって磁気記録媒体の漏れ磁界の検出感度が低下する。このオーバーレイ部 3 3 4 a、3 3 4 a が被着された部分を不感度領域 N と称する。

【0 0 1 5】

このように、リード層 3 3 4、3 3 4 のオーバーレイ部 3 3 4 a、3 3 4 a を積層体 3 1 2 の一部に被着させることにより、実質的に磁気記録媒体からの記録磁界の再生に寄与する部分（感度領域 S）と、実質的に磁気記録媒体からの記録磁界の再生に寄与しない部分（不感度領域 N）とが形成され、感度領域 S の幅 T w がスピバルブ型薄膜磁気素子 3 0 1 のトラック幅となり、狭トラック化に対応することが可能になる。

【0 0 1 6】

【発明が解決しようとする課題】

しかし図 1 9 に示すように、従来のスピバルブ型薄膜磁気素子 3 0 1 におけ

るセンス電流には、オーバーレイ部の 3 3 4 a、3 3 4 a の基部 3 3 4 c、3 3 4 c から積層体 3 1 2 に印加される分流成分 J2 や、リード層 3 3 4 からハードバイアス層 3 3 2 を経由して第 2 反強磁性層 3 1 0 の基板 3 0 2 側から積層体 3 1 2 に直接流れ込む分流成分 J3 が存在し、これらの分流成分 J2、J3 が無視できない大きさになっている。

【 0 0 1 7 】

この結果、不感度領域 N においてセンス電流の分流成分 J2、J3 による磁気抵抗変化が発現し、この不感度領域 N に対応する磁気記録媒体の記録トラックの信号を再生してしまう。

特に高記録密度化を目的として、記録トラック幅および記録トラック間隔を減少させて狭トラック化を図った場合、本来感度領域 S で読出すべき記録トラックの他に、隣接する記録トラックの情報が上記不感度領域 N において読出されるサイドリーディングが発生し、これが出力信号に対してノイズとなり、エラーを招く可能性があった。

【 0 0 1 8 】

さらに根本的に、スピバルブ型薄膜磁気素子におけるより一層の出力特性の向上と感度の向上を図りたいという要求が存在していた。

【 0 0 1 9 】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、以下の目的を達成しようとするものである。

- ①スピバルブ型薄膜磁気素子における出力特性の向上を図ること。
- ②サイドリーディング発生の防止を図ること。
- ③上記スピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を提供すること。
- ④上記スピバルブ型薄膜磁気素子を備えた薄膜磁気ヘッドを提供すること。

【 0 0 2 0 】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明は以下の構成を採用した。

本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子は、少なくともフリー磁性層及び固定磁性層を備えて磁気抵抗効果を示す積層体と、少なくとも前記フリー磁性層のトラ

ック幅方向両側に位置して前記フリー磁性層の磁気モーメント方向を一方向に揃える一対のハードバイアス層と、前記一対のハードバイアス層上から前記積層体のトラック幅方向両端部分まで延在する一対の絶縁膜と、少なくとも前記一対の絶縁膜を介して前記ハードバイアス層上に積層された一対のリード層とを具備してなり、前記一対のリード層には前記積層体の一部上まで延在するオーバーレイ部がそれぞれ設けられ、該オーバーレイ部の先端部分が前記絶縁膜よりも前記積層体の中央側まで延在して前記積層体に接合することを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

係るスピバルブ型薄膜磁気素子によれば、リード層のオーバーレイ部の先端部分のみが積層体に接合し、リード層の他の部分は絶縁膜によって積層体及びハードバイアス層から絶縁されているので、積層体のトラック幅方向両端部分への検出電流の分流成分が絶縁膜により遮断され、検出電流はすべてオーバーレイ部の先端部分から積層体に印加されることになり、これにより積層体の両端部分で磁気抵抗効果が発現することがなく、スピバルブ型薄膜磁気素子のサイドリーディングを防止することが可能になる。

【 0 0 2 2 】

また、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子は、先に記載のスピバルブ型薄膜磁気素子であって、前記の各先端部分のトラック幅方向の幅が $0.01\mu\text{m}$ 以上 $0.05\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

係るスピバルブ型薄膜磁気素子によれば、リード層の先端部分の幅が上記の範囲であり、これによりリード層と積層体の接合面積が広く確保されるので、先端部分における接触抵抗が低減されて積層体に検出電流を効率よく与えることが可能になる。

【 0 0 2 3 】

また本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子においては、前記絶縁膜が、酸化アルミニウム、酸化シリコン、酸化タンタル、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ハフニウム、酸化クロム、酸化バナジウム、酸化ニオブのうちのいずれか1種またはこれら2種以上の混合物（複合酸化物）からなることが好ましい。

また、前記絶縁膜の膜厚が、 0.5nm 以上 20nm 以下の範囲であることが

好ましい。

【0024】

係るスピバルブ型薄膜磁気素子によれば、絶縁膜の材質または膜厚を上記の構成にすることによって、積層体のトラック幅方向両端部分への検出電流の分流成分をこの絶縁膜により確実に遮断することができ、スピバルブ型薄膜磁気素子のサイドリーディングを確実に防止することが可能になる。

【0025】

また、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子においては、前記オーバーレイ部のトラック幅方向の幅が0.1 μm 以上0.3 μm 以下の範囲であることが好ましい。

オーバーレイ部の幅を上記の範囲とすることにより、ハードバイアス磁界によって磁気モーメント方向が固定されるフリー磁性層の両端部分をオーバーレイ部の幅とほぼ等しい不感度領域とすることができ、再生感度を向上させることが可能になる。

【0026】

また、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子においては、前記積層体が、前記フリー磁性層と、非磁性導電層と、前記固定磁性層と、交換結合磁界により前記固定磁性層の磁気モーメント方向を固定する反強磁性層とが少なくとも順次積層されて形成されたものであることが好ましい。

【0027】

更に、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子においては、前記積層体が、前記フリー磁性層の厚さ方向両側に、非磁性導電層と、前記固定磁性層と、交換結合磁界により前記固定磁性層の磁気モーメント方向を固定する反強磁性層とが少なくとも順次積層されて形成されたものでもよい。

【0028】

更に、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子の積層体において、前記フリー磁性層が、いわゆる人工的なフェリ磁性状態 (synthetic ferrimagnet; シンセティックフェリ磁性) を示す層であることが好ましい。このようなフリー磁性層の具体例として、2以上の強磁性層と、これらの強磁性層の間に挿入される非磁性中間

層とが積層されてなり、隣接する各強磁性層の磁気モーメント方向が相互に反平行とされて全体がフェリ磁性状態とされたものを例示できる。

【 0 0 2 9 】

更に、上記のスピンバルブ型薄膜磁気素子の積層体において、前記固定磁性層が、いわゆる人工的なフェリ磁性状態 (synthetic ferrimagnet; シンセティックフェリ磁性) を示す層であることが好ましい。このような固定磁性層の具体例として、2以上の強磁性層と、これらの強磁性層の間に挿入される非磁性中間層とが積層されてなり、隣接する各強磁性層の磁気モーメント方向が相互に反平行とされて全体がフェリ磁性状態とされたものを例示できる。

【 0 0 3 0 】

次に、本発明の薄膜磁気ヘッドは、先のいずれかに記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子を磁気記録情報の読出し素子として備えたことを特徴とする。

また、本発明の浮上式磁気ヘッドは、スライダに、先に記載の薄膜磁気ヘッドを具備してなることを特徴とする。

【 0 0 3 1 】

係る薄膜磁気ヘッドによれば、先に記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子を磁気記録情報の読出し素子として備えているので、磁気記録情報の再生出力が高く、サイドリーディング発生の確率が低い薄膜磁気ヘッドを構成することが可能になる。

また係る浮上式磁気ヘッドによれば、上記の薄膜磁気ヘッドを備えているので、磁気情報の再生出力が高く、サイドリーディング発生の確率が低い浮上式磁気ヘッドを構成することが可能になる。

【 0 0 3 2 】

次に、本発明のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法は、基板上に、少なくともフリー磁性層及び固定磁性層を含む積層膜を形成した後に、該積層膜上に、前記積層膜に接する当接面と該当接面を挟む両側面と前記当接面と前記両側面の間であって該当接面のトラック幅方向両側に設けられた一对の切込部とを具備してなる第1リフトオフレジストを形成し、更に前記積層膜にエッチング粒子を照射して前記第1リフトオフレジストの両側面よりトラック幅方向外側にある積層

膜の全部または一部をエッチングすることにより、断面視略台形状の積層体を形成する積層体形成工程と、前記積層体の両側に、前記基板に対して角度 θ_1 の方向からスパッタ粒子を堆積することにより、少なくとも前記フリー磁性層と同じ階層に位置する一対のハードバイアス層を積層するバイアス層形成工程と、前記基板に対して角度 θ_2 （ただし $\theta_1 > \theta_2$ ）の方向から別のスパッタ粒子を堆積することにより、前記ハードバイアス層上から前記切込部に対応する位置にある積層体上まで延在する一対の絶縁膜を形成する絶縁膜形成工程と、前記第1リフトオフレジストを除去した後に、前記第1リフトオフレジストの前記当接面よりも狭幅な当接面と、この狭幅な当接面を挟む両側面と、前記当接面と前記両側面の間であって該狭幅な当接面のトラック幅方向両側に設けられた一対の切込部とを具備してなる第2リフトオフレジストを前記積層体上面のほぼ中央に形成する第2レジスト形成工程と、他のスパッタ粒子を堆積することにより、前記絶縁膜上から前記第2リフトオフレジストの切込部に対応する位置にある積層体上まで延在する一対のリード層を形成するリード層形成工程とからなることを特徴とする。

【0033】

係るスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、基板に対して角度 θ_2 の方向からスパッタ粒子を堆積させて第1リフトオフレジストの切込部位置にある積層体上まで絶縁膜を形成し、更に第2リフトオフレジストの切込部位置にある積層体上までリード層を形成するので、絶縁膜を積層体のトラック幅両端部上まで延在させるとともに、リード層を絶縁膜よりも積層体の中央方向に延在させて積層体に接合させることができ、サイドリーディングを防止することが可能なスピバルブ型薄膜磁気素子を製造できる。

【0034】

また、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法は、先に記載の製造方法であって、前記第2リフトオフレジストを形成した後に別のエッチング粒子を照射して、前記第2リフトオフレジストの切込部に対応する位置にある積層体の一部をエッチングすることを特徴とする。

【0035】

係るスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、別のエッチング粒子を照射して積層体の一部をエッチングすることにより、リード層と積層体の接合面をクリーニングすることになるので、リード層を積層体に確実に接合させて検出電流を積層体に効率よく印加させることが可能になる。

【 0 0 3 6 】

更に、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法においては、角度 θ_1 が $60 \sim 90^\circ$ の範囲であり、角度 θ_2 が $40 \sim 80^\circ$ の範囲であることが好ましい。

係るスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、絶縁膜を形成する際の角度 θ_2 が上記の範囲であり、ハードバイアス層を形成する際の角度 θ_1 より小さく設定されているので、絶縁膜を第 1 リフトオフレジストの切込部の位置まで形成させることが可能になり、検出電流の分流成分を極力遮断させることが可能になる。

【 0 0 3 7 】

次に本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の別の製造方法は、基板上に、少なくともフリー磁性層及び固定磁性層を含む積層膜を形成した後に、該積層膜上に、前記積層膜に接する当接面と該当接面を挟む両側面と前記当接面と前記両側面の間であって該当接面のトラック幅方向両側に設けられた一対の切込部とを具備してなる第 1 リフトオフレジストを形成し、更に前記積層膜にエッチング粒子を照射して前記第 1 リフトオフレジストの両側面よりトラック幅方向外側にある積層膜の全部または一部をエッチングすることにより、断面視略台形状の積層体を形成する積層体形成工程と、前記積層体の両側にスパッタ粒子を堆積することにより、少なくとも前記フリー磁性層と同じ階層に位置する一対のハードバイアス層を積層するバイアス層形成工程と、前記第 1 リフトオフレジストを除去した後に、前記第 1 リフトオフレジストの前記当接面よりも狭幅な当接面と、この狭幅な当接面を挟む両側面と、前記当接面と前記両側面の間であって該狭幅な当接面のトラック幅方向両側に設けられた一対の切込部とを具備してなる第 2 リフトオフレジストを前記積層体上面のほぼ中央に形成する第 2 レジスト形成工程と、前記基板に対して角度 θ_3 の方向から別のスパッタ粒子を堆積することにより、前

記第 2 リフトオフレジストの両側面よりトラック幅方向外側にある積層体上から前記ハードバイアス層上まで延在する一対の絶縁膜を形成する絶縁膜形成工程と、前記基板に対して角度 θ_4 (ただし $\theta_3 > \theta_4$) の方向から他のスパッタ粒子を堆積することにより、前記絶縁膜上から前記第 2 リフトオフレジストの切込部に対応する位置にある積層体上まで延在する一対のリード層を形成するリード層形成工程とからなることを特徴とする。

【 0 0 3 8 】

係るスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、基板に対して角度 θ_3 の方向から別のスパッタ粒子を堆積させて第 2 リフトオフレジストの両側面のトラック幅方向外側まで絶縁膜を形成し、更に角度 θ_4 の方向から他のスパッタ粒子を堆積させて第 2 リフトオフレジストの切込部位置にある積層体上までリード層を形成するので、絶縁膜を積層体のトラック幅両端部上まで延在させるとともに、リード層を絶縁膜よりも積層体の中央方向に延在させて積層体に接合させることができ、サイドリーディングを防止することが可能なスピバルブ型薄膜磁気素子を製造できる。

【 0 0 3 9 】

また、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法は、先に記載の製造方法であって、前記絶縁膜を形成した後に別のエッチング粒子を照射することにより、前記第 2 リフトオフレジストの切込部に対応する位置にある積層体の一部をエッチングすることを特徴とする。

【 0 0 4 0 】

係るスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、別のエッチング粒子を照射して積層体の一部をエッチングすることによって、リード層と積層体の接合面をクリーニングするので、リード層と積層体を確実に接合させて検出電流を積層体に効率よく与えることが可能になる。

【 0 0 4 1 】

更に、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法は、先に記載の製造方法であって、角度 θ_3 が $60 \sim 90^\circ$ の範囲であり、角度 θ_4 が $40 \sim 80^\circ$ の範囲であることを特徴とする。

係るスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、リード層を形成する際の角度 θ_4 が上記の範囲であり、絶縁膜を形成する際の角度 θ_3 より小さく設定されているので、リード層を第2リフトオフレジストの切込部の位置まで形成させることが可能になり、リード層を積層体に確実に接合させることが可能になる。

【 0 0 4 2 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

なお、図1～図18において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向であり、図示Y方向は磁気記録媒体からの漏れ磁界の方向であり、図示X1方向はスピバルブ型薄膜磁気素子のトラック幅方向である。

【 0 0 4 3 】

(第1の実施形態)

図1に、本発明の第1の実施形態であるスピバルブ型薄膜磁気素子1を磁気記録媒体側からみた断面模式図を示す。

また、図2にスピバルブ型薄膜磁気素子1を具備してなる薄膜磁気ヘッド300を備えた浮上式磁気ヘッド350を示し、図3に薄膜磁気ヘッド300の要部の断面図を示す。

【 0 0 4 4 】

図2に示す本発明に係る浮上式磁気ヘッド350は、スライダ351と、スライダ351の端面351dに備えられた本発明に係る薄膜磁気ヘッド300を主体として構成されている。符号355はスライダ351の磁気記録媒体の移動方向の上流側であるリーディング側を示し、符号356はトレーリング側を示す。このスライダ351の媒体対向面352には、レール351a、351a、351bが形成され、各レール同士間は、エアグループ351c、351cとされている。

【 0 0 4 5 】

また図3に示すように、本発明に係る薄膜磁気ヘッド300は、スライダ351の端面351d上に形成された絶縁層362に積層されており、絶縁層362上に積層された下部シールド層363と、下部シールド層363に積層された下

部絶縁層 3 6 4 と、下部絶縁層 3 6 4 上に形成されて媒体対向面 3 5 2 上に露出する本発明に係るスピバルブ型薄膜磁気素子 1 と、スピバルブ型薄膜磁気素子 1 を覆う上部絶縁層 3 6 6 と、上部絶縁層 3 6 6 を覆う上部シールド層 3 6 7 とから構成されている。

また上部シールド層 3 6 7 は、後述するインダクティブヘッド h の下部コア層と兼用とされている。

【 0 0 4 6 】

インダクティブヘッド h は、下部コア層（上部シールド層） 3 6 7 と、下部コア層 3 6 7 に積層されたギャップ層 3 7 4 と、コイル 3 7 6 と、コイル 3 7 6 を覆う上部絶縁層 3 7 7 と、ギャップ層 3 7 4 に接合され、かつコイル 3 7 6 側にて下部コア層 3 6 7 に接合される上部コア層 3 7 8 とから構成されている。

コイル 3 7 6 は、平面的に螺旋状となるようにパターン化されている。また、コイル 3 7 6 のほぼ中央部分にて上部コア層 3 7 8 の基端部 3 7 8 b が下部コア層 3 6 7 に磁氣的に接続されている。

また、上部コア層 3 7 8 には、アルミナなどからなるコア保護層 3 7 9 が積層されている。

【 0 0 4 7 】

図 1 に示すように、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子 1 は、フリー磁性層、非磁性導電層、固定磁性層及び反強磁性層が 1 層ずつ積層され、更に反強磁性層が下部絶縁層 3 6 4 側に配置されてなるボトム型のシングルスピバルブ型薄膜磁気素子である。

【 0 0 4 8 】

本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子 1 は、下部絶縁層 3 6 4 （基板）上に、T a などからなる下地層 3、反強磁性層 4、固定磁性層 5、C u などからなる非磁性導電層 6、フリー磁性層 7 及び T a などからなる保護層 8 が順次積層されて形成された積層体 9 と、この積層体 9 の両側に形成されてフリー磁性層 7 の磁気モーメント方向を揃える C o P t 合金等からなる一対のハードバイアス層 3 2、3 2 と、少なくともハードバイアス層 3 2、3 2 上に形成されて検出電流（センス電流）を積層体 9 に与える C r、T a、W、A u、R h、C u などからなる一対

のリード層 3 4、3 4 とを主体として構成されている。

【 0 0 4 9 】

フリー磁性層 7 は、第 1 強磁性自由層 7 a と、第 1 非磁性中間層 7 b と、第 2 強磁性自由層 7 c とが積層されて構成されている。第 2 強磁性自由層 7 c の膜厚は、第 1 強磁性自由層 7 a の膜厚より小とされている。

第 1 強磁性自由層 7 a の磁気モーメント方向は、ハードバイアス層 3 2、3 2 のバイアス磁界によって図示 X1 方向に揃えられている。また第 2 強磁性自由層 7 c は、第 1 非磁性中間層 7 b を介して第 1 強磁性自由層 7 a と反強磁性的に結合し、その磁気モーメント方向が図示 X1 方向の反対方向に揃えられる。

【 0 0 5 0 】

このように第 1、第 2 強磁性自由層 7 a、7 c の磁気モーメント方向が互いに反平行とされているため、それぞれの層の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第 1 強磁性自由層 7 a が第 2 強磁性自由層 7 c よりも厚く形成されているので、第 1 強磁性自由層 7 a の磁気モーメントが僅かに残存し、これによりフリー磁性層 7 全体の磁気モーメント方向が図示 X1 方向に揃えられる。

なお、第 1 強磁性自由層 7 a の膜厚を、第 2 強磁性自由層 7 c の膜厚より小としてもよく、この場合はフリー磁性層 7 全体の磁気モーメント方向が第 1 強磁性自由層 7 c の磁気モーメント方向に一致する。

【 0 0 5 1 】

また第 1、2 強磁性自由層 7 a、7 c は、NiFe 合金、Co、CoNiFe 合金、CoFe 合金、CoNi 合金等により形成されるものであり、特に NiFe 合金より形成されることが好ましい。更に第 1、第 2 強磁性自由層 7 a、7 c は同一の材料で形成されることが好ましい。また第 1 非磁性中間層 7 b は、Ru、Rh、Ir、Cr、Re、Cu のうちの 1 種またはこれらの合金からなることが好ましく、特に Ru により形成されることが好ましい。

第 1 強磁性自由層 7 a の膜厚は 3 ～ 6 nm の範囲が好ましく、第 2 強磁性自由層 7 c の膜厚は 0.5 ～ 4 nm の範囲が好ましく、第 1 非磁性中間層 7 b の膜厚は 0.7 ～ 0.9 nm の範囲が好ましい。

【 0 0 5 2 】

フリー磁性層 7 は、第 1、第 2 強磁性自由層 7 a、7 c が反強磁性的に結合し、かつ第 1 強磁性自由層 7 a の磁気モーメントが残存しており、人工的なフェリ磁性状態 (synthetic ferrimagnet; シンセティックフェリ磁性) を示す層となる。これによりフリー磁性層 7 の磁気モーメント方向が、微少な外部磁界の変化でも容易に変動することになり、スピンバルブ型薄膜磁気素子 1 の再生感度を高くすることができる。

【 0 0 5 3 】

固定磁性層 5 は、第 1 強磁性ピンド層 5 a と、第 2 非磁性中間層 5 b と、第 2 強磁性ピンド層 5 c とが積層されて構成されている。第 2 強磁性ピンド層 5 c の膜厚は、第 1 強磁性ピンド層 5 a の膜厚より大とされている。

第 1 強磁性ピンド層 5 a の磁気モーメント方向は、反強磁性層 4 との交換結合磁界によって図示 Y 方向に固定され、また第 2 強磁性ピンド層 5 c は、第 2 非磁性中間層 5 b を介して第 1 強磁性ピンド層 5 a と反強磁性的に結合し、その磁気モーメント方向が図示 Y 方向の反対方向に固定される。

【 0 0 5 4 】

このように第 1、第 2 強磁性ピンド層 5 a、5 c の磁気モーメント方向が互いに反平行とされているため、それぞれの層の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第 2 強磁性ピンド層 5 c が第 1 強磁性ピンド層 5 a よりも厚く形成されているので、第 2 強磁性ピンド層 5 c の磁気モーメントが僅かに残存し、これにより固定磁性層 5 全体の磁気モーメント方向が図示 Y 方向の反対方向に固定される。

なお、第 2 強磁性ピンド層 5 c の膜厚を、第 1 強磁性ピンド層 5 a の膜厚より小としてもよく、この場合は固定磁性層 5 全体の磁気モーメント方向が第 1 強磁性ピンド層 5 a の磁気モーメント方向に一致する。

【 0 0 5 5 】

また第 1、2 強磁性ピンド層 5 a、5 c は、NiFe 合金、Co、CoNiFe 合金、CoFe 合金、CoNi 合金等により形成されるものであり、特に Co より形成されることが好ましい。更に第 1、第 2 強磁性ピンド層 5 a、5 c は同一の材料で形成されることが好ましい。また第 2 非磁性中間層 5 b は、Ru、R

h、I r、C r、R e、C uのうちの1種またはこれらの合金からなることが好ましく、特にR uにより形成されることが好ましい。

第1強磁性ピンド層5 aの膜厚は1～2. 5 nmの範囲が好ましく、第2強磁性ピンド層5 cの膜厚は2～3 nmの範囲が好ましく、第2非磁性中間層5 bの膜厚は0. 7～0. 9 nmの範囲が好ましい。

【0056】

固定磁性層5は、第1、第2強磁性ピンド層5 a、5 cがそれぞれ反強磁性的に結合し、かつ第2強磁性ピンド層5 cの磁気モーメントが残存しており、人工的なフェリ磁性状態 (synthetic ferrimagnet; シンセティックフェリ磁性) を示す層となる。これにより、固定磁性層5の磁気モーメント方向を強固に固定して固定磁性層5を安定させることができる。

また、フリー磁性層7の磁気モーメント方向と固定磁性層5の磁気モーメント方向とが交叉する関係になる。

【0057】

なお、フリー磁性層7及び固定磁性層5はそれぞれ、2つの強磁性層 (第1、2強磁性自由層7 a、7 c、第1、2強磁性ピンド層5 a、5 c) により構成されているが、これに限られず、2以上の強磁性層により構成されていても良い。この場合には、これらの強磁性層の間に非磁性中間層がそれぞれ挿入されるとともに、隣接する強磁性層同士のそれぞれの磁気モーメント方向が反平行とされて全体がフェリ磁性状態とされていることが好ましい。

【0058】

非磁性導電層6はフリー磁性層7と固定磁性層5との磁氣的な結合を小さくさせるとともに検出電流 (センス電流) が主に流れる層であり、C u、C r、A u、A gなどに代表される導電性を有する非磁性材料より形成されることが好ましく、特にC uより形成されることが好ましい。また非磁性導電層6の膜厚は2～3 nmの範囲とすることが好ましい。

【0059】

反強磁性層4は、P t M n合金で形成されていることが好ましい。P t M n合金は、従来から反強磁性層として使用されているN i M n合金やF e M n合金な

どに比べて耐食性に優れ、しかもブロッキング温度が高く、交換結合磁界も大きい。

また、反強磁性層 4 は、 XMn 合金、 PtX'Mn 合金（ただし前記組成式において、 X は Pt 、 Pd 、 Ir 、 Rh 、 Ru 、 Os のなかから選択される 1 種を示し、 X' は Pd 、 Cr 、 Ru 、 Ni 、 Ir 、 Rh 、 Os 、 Au 、 Ag 、 Ne 、 Ar 、 Xe 、 Kr のなかから選択される 1 種または 2 種以上を示す）のいずれかより形成されていても良い。

【0060】

前記 PtMn 合金および前記 XMn の式で示される合金において、 Pt あるいは X が 37～63 原子%の範囲であることが望ましい。より好ましくは、44～57 原子%の範囲である。

さらにまた、 PtX'Mn の式で示される合金において、 X' + Pt が 37～63 原子%の範囲であることが望ましい。より好ましくは、44～57 原子%の範囲である。

また反強磁性層 4 の膜厚は 8～20 nm の範囲とすることが好ましい。

【0061】

反強磁性層 4 として上記した適正な組成範囲の合金を使用し、これを磁場中熱処理することで、大きな交換結合磁界を発生する反強磁性層 4 を得ることができ、この交換結合磁界によって固定磁性層 5 の磁気モーメント方向を強固に固定できる。とくに、 PtMn 合金であれば、 $6.4 \times 10^4 \text{ A/m}$ を越える交換結合磁界を有し、交換結合磁界を失うブロッキング温度が 653 K (380℃) と極めて高い反強磁性層 4 を得ることができる。

【0062】

また反強磁性層 4 は、固定磁性層 5 やフリー磁性層 7 よりも図示 X1 方向両側に突出して形成されている。そして、この反強磁性層 4 の突出部 4a、4a 上に、ハードバイアス層 32、32 及びリード層 34、34 が順次積層されている。

また反強磁性層 4 の突出部 4a、4a とハードバイアス層 32、32 との間には、Ta、W または Cr からなるバイアス下地層 31、31 が積層されている。例えば、非磁性金属であって体心立方構造 (bcc 構造) である Cr からなるバ

イアス下地層 3 1、3 1 上にハードバイアス層 3 2、3 2 を形成すると、ハードバイアス層 3 2、3 2 の保磁力および角形比が大きくなり、フリー磁性層 7 の単磁区化に必要なバイアス磁界を増大させることができる。

【 0 0 6 3 】

ハードバイアス層 3 2、3 2 は例えば C o P t (コバルト白金) 合金から構成され、積層体 9 の図示 X_1 方向両側、即ちトラック幅方向両側に設けられている。特にハードバイアス層 3 2、3 2 はフリー磁性層 7 の図示 X_1 方向両側に位置させることにより、バイアス磁界をフリー磁性層 7 に効率よく印加してフリー磁性層 7 の磁気モーメント方向を揃え、バルクハウゼンノイズを低減することができる。

【 0 0 6 4 】

ハードバイアス層 3 2、3 2 上には絶縁膜 3 3、3 3 が形成されている。この絶縁膜 3 3、3 3 は、ハードバイアス層 3 3、3 3 上から積層体 9 の図示 X_1 方向の両端部分 9 a、9 a 上まで延在して形成されている。積層体 9 の図示 X_1 方向の両端部分とは、積層体 9 のうちハードバイアス層 3 2、3 2 に隣接する部分である。

絶縁膜 3 3、3 3 は、酸化アルミニウム、酸化シリコン、酸化タンタル、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ハフニウム、酸化クロム、酸化バナジウム、酸化ニオブのうちのいずれか 1 種またはこれら 2 種以上の混合物 (複合酸化物) からなることが好ましく、また膜厚は 0.5 nm 以上 20 nm 以下の範囲であることが好ましい。

膜厚が 0.5 nm 未満であると、絶縁膜 3 3、3 3 にピンホールの生じるおそれがあるので好ましくなく、膜厚が 20 nm を越えるとスピバルブ型薄膜磁気素子 1 自体が厚くなり、ギャップ幅が拡大してしまうので好ましくない。

【 0 0 6 5 】

次に一对のリード層 3 4、3 4 は、絶縁膜 3 3、3 3 を介してハードバイアス層 3 2、3 2 上に形成され、更に絶縁膜 3 3、3 3 よりも積層体 9 の中央側まで延在している。すなわち、リード層 3 4、3 4 には積層体 9 の一部上まで延在するオーバーレイ部 3 4 a、3 4 a がそれぞれ設けられ、このオーバーレイ部 3 4

a、34 aの先端部分34 b、34 bが絶縁膜33、33よりも積層体9の中央側まで延在し、この先端部分34 b、34 bが積層体9に接合している。

またリード層34、34は、図示X1方向において相互にTwの間隔をあけて配置されている。この間隔Twがスピナルブ型薄膜磁気素子1の光学的なトラック幅となる。

オーバーレイ部34 a、34 aのトラック幅方向の幅は、図1において符号W1で示しており、0.1 μ m以上0.3 μ m以下の範囲が好ましい。

オーバーレイ部34 a、34 aの幅W1を上記の範囲とすることにより、バイアス磁界によって磁気モーメント方向が固定されるフリー磁性層の両端部分にセンス電流が流れることがなく、スピナルブ型薄膜磁気素子1のトラック幅を狭くすることができる。

【0066】

リード層34、34は、先端部分34 b、34 bのみが積層体9に接合し、先端部分34 b、34 b以外の部分は絶縁膜33、33によって積層体9及びハードバイアス層32、32から絶縁されている。

従ってリード層34、34から積層体9に印加されるセンス電流は、図1中、矢印Jで示すようにリード層34、34の先端部分34 b、34 bのみから積層体9に印加される。

【0067】

尚、各リード層34、34の先端部分34 b、34 bの図示X1方向の幅W2は0.01 μ m以上0.05 μ m以下の範囲であることが好ましい。先端部分34 b、34 bの幅が上記の範囲であれば、リード層34、34と積層体9の接合面積が広く確保されるために先端部分34 b、34 bにおける接触抵抗が低減され、積層体9にセンス電流を効率よく与えることができる。

【0068】

一方、リード層34、34とハードバイアス層32、32の間は絶縁膜33、33で絶縁されているため、センス電流がハードバイアス層32、32を介して積層体9の両端部分9 a、9 aに流れることがない。

更に、オーバーレイ部34 a、34 aと積層体9の両端部分9 a、9 aの間に

は絶縁膜 3 3, 3 3 が延在しているので、センス電流がオーバーレイ部 3 4 a、3 4 a から積層体 9 の両端部分 9 a、9 a に向けて流れることがない。

【 0 0 6 9 】

従って積層体 9 のなかで最もセンス電流が集中するのは、リード層 3 4, 3 4 が形成されていない中央の部分であり、この中央部分において磁気抵抗 (MR) 効果が顕著となり、磁気記録媒体の漏れ磁界の検出感度が高くなる。そこで、この中央部分を図 1 に示すように感度領域 S と称する。

【 0 0 7 0 】

一方、積層体 9 のうち、リード層の先端部分 3 4 b、3 4 b 及び絶縁膜 3 3, 3 3 が被着されている部分 (両端部分 9 a、9 a) においては、センス電流が少なくなって磁気抵抗 (MR) 効果が実質的に小さくなり、磁気記録媒体の漏れ磁界の検出感度が小さくなる。

また、積層体 9 の両端部分 9 a、9 a では、フリー磁性層 7 の磁気モーメント方向がハードバイアス層 3 2, 3 2 のバイアス磁界により強く固定されているので、磁気抵抗効果が発現しにくい状態になっている。

更に両端部分 9 a、9 a には絶縁膜 3 3, 3 3 の存在によってセンス電流が全く流れないため、磁気抵抗効果が実質的に発現せず、磁気記録媒体の漏れ磁界の検出感度が 0 になる。

以上のことから、リード層の先端部分 3 4 b、3 4 b 及び絶縁膜 3 3, 3 3 が被着されている部分 (両端部分 9 a、9 a) を図 1 に示すように不感度領域 N と称する。

【 0 0 7 1 】

このように、リード層 3 4, 3 4 の先端部分 3 4 b、3 4 b のみを積層体 9 に接合させ、リード層 3 4, 3 4 の他の部分を絶縁膜 3 3, 3 3 で絶縁することにより、実質的に磁気記録媒体からの記録磁界の再生に寄与する部分 (感度領域 S) と、実質的に磁気記録媒体からの記録磁界の再生に寄与しない部分 (不感度領域 N) とが形成され、感度領域 S の幅 T_w がスピナルブ型薄膜磁気素子 1 のトラック幅となり、狭トラック化に対応することができる。

また、積層体 9 の感度領域 S にセンス電流を集中させることができ、感度領域

Sにおける抵抗変化率が向上し、スピバルブ型薄膜磁気素子1の出力特性を向上できる。

特に、積層体9の両端部分9a、9aでは絶縁膜33、33によってセンス電流が遮断され、磁気抵抗効果が発現することなく検出感度が0になるので、スピバルブ型薄膜磁気素子1のサイドリーディングを防止することができる。

【0072】

次に、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子1の製造方法を図面を参照して説明する。

この製造方法は、基板上に断面視略台形状の積層体を形成する積層体形成工程と、ハードバイアス層を積層するバイアス層形成工程と、絶縁膜形成工程と、第2レジスト形成工程と、エッチング工程と、リード層形成工程とからなる。

【0073】

まず、積層体形成工程では、図4に示すように、下部絶縁層364（基板）上に下地層3、反強磁性層4、第1強磁性ピンド層5a、第1非磁性中間層5b、第2強磁性ピンド層5c、非磁性導電層6、第1強磁性自由層7a、第2非磁性中間層7b、第2強磁性自由層7c及び保護層8を順次積層して積層膜9bを形成する。

次に磁場中アニール処理等を行って反強磁性層4から固定磁性層5に交換結合磁界を発現させて固定磁性層5の磁化方向を固定する。

次に、積層膜9b上に第1リフトオフレジストL1を形成する。第1リフトオフレジストL1は、積層膜9bに接する当接面51とこの当接面51を挟む両側面52、52とを具備してなるものであり、また当接面51と両側面52、52の間であって当接面51のトラック幅方向両側に一对の切込部53、53が設けられている。

【0074】

次に、図5に示すように、下部絶縁層364（基板）に対して角度 θ_1 の方向から、Ar等の不活性ガス元素のイオンビーム等からなるエッチング粒子を積層膜9bに照射し、第1リフトオフレジストL1の両側面52、52よりも図示X1方向外側（トラック幅方向外側）にある積層膜9bを反強磁性層4の途中までエ

ツチングする。

このようにして断面視略台形状の積層体 9 を形成する。なお、積層体 9 の反強磁性層 4 は、この層の途中までエッチングされたことによってその一部が残存し、図示 X1 方向両側に延出する延出部 4 a、4 a を有している。

【0075】

また、エッチング粒子の照射は、Ar によるイオンミリングや、逆スパッタ等により行うことが好ましい。これらの方法は、エッチング粒子の直進性に優れており、エッチング粒子を特定の方向から照射できる。

また、エッチング粒子の照射方向を決める角度 θ_1 は $60 \sim 90^\circ$ の範囲であることが好ましい。

角度 θ_1 は、例えばイオンガンのグリッドと、下部絶縁層 364 とのなす角度を調整することにより規定することができる。

【0076】

このように、角度 θ_1 からエッチング粒子を照射することにより、積層膜 9b に対して異方性エッチングを行うことができ、第 1 リフトオフレジスト L1 の両側面 52、52 より外側にある積層膜 9a をエッチングして略台形状の積層体 9 を形成することができる。

【0077】

次にバイアス層形成工程においては、図 6 に示すように、イオンビームスパッタ法等を用いて、下部絶縁層 364（基板）に対して角度 θ_1 の方向からスパッタ粒子を積層体 9 の両側に堆積することにより、バイアス下地層 31 とハードバイアス層 32 を積層する。バイアス下地層 31 及びハードバイアス層 32 は、積層体 9 の両側に延在する反強磁性層 4 の延出部 4 a、4 a 上に積層する。また、ハードバイアス層 32、32 は、少なくともフリー磁性層 7 と同じ階層位置まで積層することが好ましい。

また、スパッタ粒子の堆積の際には、第 1 リフトオフレジスト L1 にもスパッタ粒子が堆積し、バイアス下地層 31 及びハードバイアス層 32 と同じ組成の層 31'、32' が形成する。

【0078】

次に絶縁膜形成工程では、図 7 に示すように、下部絶縁層 3 6 4（基板）に対して角度 θ_2 の ($\theta_1 > \theta_2$) 方向から別のスパッタ粒子をハードバイアス層 3 2、3 2 上に堆積して絶縁膜 3 3、3 3 を形成する。このとき別のスパッタ粒子が第 1 リフトオフレジスト L1 の切込部 5 3、5 3 にも入り込み、これにより絶縁膜 3 3、3 3 が、切込部 5 3、5 3 に対応する位置にある積層体 9 の両端部分上まで延在して形成される。

また、別のスパッタ粒子の堆積の際には、第 1 リフトオフレジスト L1 にもスパッタ粒子が堆積し、絶縁膜 3 3 と同じ組成の層 3 3' が形成する。

【 0 0 7 9 】

別のスパッタ粒子の堆積は、上記と同様にイオンビームスパッタ法等により行うことが好ましい。

また、角度 θ_2 は $40 \sim 80^\circ$ の範囲であることが好ましい。

角度 θ_2 は角度 θ_1 より小さくすること、即ち下部絶縁層 3 6 4 表面に対して角度 θ_2 を角度 θ_1 より鋭角にすることが好ましい。角度 θ_2 は、例えばスパッタ用ターゲットの表面と、下部絶縁層 3 6 4 とのなす角度を調整することにより規定することができる。

【 0 0 8 0 】

このように別のスパッタ粒子を角度 θ_2 の方向から堆積することにより、別のスパッタ粒子を切込部 5 3、5 3 に入り込ませ、これにより絶縁膜 3 3、3 3 をハードバイアス層 3 2、3 2 上から積層体 9 の両端部分 9 a、9 a まで延在させて形成することができる。

【 0 0 8 1 】

次に第 2 レジスト形成工程では、図 8 に示すように、第 1 リフトオフレジスト L1 を除去した後に、積層体 9 の上面のほぼ中央に第 2 リフトオフレジスト L2 を形成する。第 2 リフトオフレジスト L2 は、積層体 9 に接する当接面 5 7 とこの当接面 5 7 を挟む両側面 5 8、5 8 とを具備してなるものであり、また当接面 5 7 と両側面 5 8、5 8 の間であって当接面 5 7 の図示 X1 方向両側に一对の切込部 5 9、5 9 が設けられている。また当接面 5 7 の図示 X1 方向の幅は、第 1 リフトオフレジスト L1 の当接面 5 4 の幅より狭幅とされている。

このように、第2リフトオフレジストL2を形成することにより、切込部59、59に対応する位置にある保護層8（積層体9）の一部が露出する。この露出部分9c、9cは、絶縁膜形成工程において第1リフトオフレジストに覆われていた部分が、狭幅な第2リフトオフレジストL2を形成したことによって露出したものである。

【0082】

露出部分9c、9cの図示X1方向の幅は、第1リフトオフレジストL1の当接面51の図示X1方向幅と第2リフトオフレジストL2の当接面57の図示X1方向幅との寸法差により規定される。この露出部分9c、9cの幅は、図1におけるリード層34の先端部分34bの幅W2に相当する。従って第1、第2リフトオフレジストL1、L2の大きさによって露出部分9c、9cの幅を精密に制御することができ、リード層34の接触面積を制御してセンス電流を効率よく積層体9に印加できるように構成することができる。

【0083】

次にエッチング工程では、図9に示すように別のエッチング粒子を照射して、先の工程で露出した露出部分9c、9cをエッチングする。このとき、絶縁膜33、33も同時にエッチングされて膜厚が薄くなる。

露出部分9c、9cには、第2レジスト工程にて第1リフトオフレジストL1の除去や第2リフトオフレジストL2の形成をした際に様々な汚染物が付着し、表面が汚染された状態にある。このままの状態では後の工程でリード層34を形成すると、リード層34と積層体9の接触抵抗が増加するおそれがあるので、本工程にて露出部分9c、9cをエッチングにより洗浄する。

【0084】

そして、リード層形成工程では、図10に示すように、他のスパッタ粒子を絶縁膜33、33上に堆積してリード層34、34を形成する。このとき他のスパッタ粒子が第2リフトオフレジストL2の切込部59、59にも入り込み、これによりリード層34、34が切込部59、59に対応する位置にある絶縁膜33、33及び露出部分9c、9c上まで延在して形成される。

また、他のスパッタ粒子の堆積の際には、第2リフトオフレジストL2にも他

のスパッタ粒子が堆積し、リード層34と同じ組成の層34'が形成する。

【0085】

他のスパッタ粒子の堆積は、上記の場合と同様にイオンビームスパッタ法等により行うことが好ましい。

また、他のスパッタ粒子の照射角度は、エッチング工程でのスパッタ粒子の照射角度とほぼ同じにすることが好ましい。

【0086】

このように、他のスパッタ粒子を切込部59、59までに入り込ませ、露出部分9c、9c上までリード層34、34を形成することにより、積層体9の中央に向けて延在するオーバーレイ部34a、34aを形成することができ、更にオーバーレイ部の先端部分34b、34bを積層体9に直接に接合させることができる。

【0087】

最後に、第2リフトオフレジストL2を除去し、磁場中アニール処理等を行ってハードバイアス層32、32にバイアス磁界を発現させてフリー磁性層7の磁気モーメント方向を図示X1方向に揃えさせることにより、図1に示すスピナバルブ型薄膜磁気素子1が得られる。

【0088】

上記のスピナバルブ型薄膜磁気素子1の製造方法によれば、角度 θ_2 の方向からスパッタ粒子を堆積させて第1リフトオフレジストL1の切込部53、53に対応する位置まで絶縁膜33、33を形成し、更に第2リフトオフレジストL2の切込部59、59に対応する位置までリード層34、34を形成するので、絶縁膜33、33を積層体9のトラック幅両端部9a、9a上まで延在させるとともに、リード層34、34を絶縁膜33、33よりも積層体9の中央方向に延在させて積層体9に接合させることができ、サイドリーディングを防止することが可能なスピナバルブ型薄膜磁気素子1を製造できる。

【0089】

次に、上記のスピナバルブ型薄膜磁気素子1の他の製造方法を図面を参照して説明する。

この他の製造方法が先の製造方法と異なる点は、ハードバイアス層を形成した後に第2リフトオフレジストを形成し、更に絶縁膜及びリード層の形成を行う点である。

この他の製造方法は、積層体形成工程と、バイアス層形成工程と、第2レジスト形成工程と、絶縁膜形成工程と、エッチング工程と、リード層形成工程とから構成されている。

【0090】

まず図11に示すように、積層体形成工程では、図4で説明したのと同様にして下地層3から保護層8を順次積層して積層膜9bを形成し、磁場中アニール処理等を行って反強磁性層4から固定磁性層5に交換結合磁界を発現させて固定磁性層5の磁化方向を固定し、この積層膜9b上に第1リフトオフレジストL1を形成する。第1リフトオフレジストL1は、積層膜9bに接する当接面51とこの当接面51を挟む両側面52、52とを具備してなるものであり、また当接面51と両側面52、52の間であって当接面51のトラック幅方向両側には、一対の切込部53、53が設けられている。

【0091】

次に図12に示すように、図5と同様にして、下部絶縁層364（基板）に対してエッチング粒子を積層膜9bに照射し、第1リフトオフレジストL1の両側面52、52よりも図示X1方向外側（トラック幅方向外側）にある積層膜9bを反強磁性層4の途中までエッチングする。

このようにして断面視略台形状の積層体9を形成する。なお、積層体9の反強磁性層4は、この層の途中までエッチングされたことによってその一部が残存し、図示X1方向両側に延出する延出部4a、4aを有している。

【0092】

次に図13に示すように、図6と同様にしてスパッタ粒子を積層体9の両側に堆積することにより、バイアス下地層31とハードバイアス層32を積層する。バイアス下地層31及びハードバイアス層32は、積層体9の両側に延在する反強磁性層4の延出部4a、4a上に積層する。また、ハードバイアス層32、32は、少なくともフリー磁性層7と同じ階層位置まで積層することが好ましい。

また、スパッタ粒子の堆積の際には、第1リフトオフレジストL1にもスパッタ粒子が堆積し、バイアス下地層31及びハードバイアス層32と同じ組成の層31'、32'が形成する。

【0093】

次に第2レジスト形成工程では、図14に示すように、第1リフトオフレジストL1を除去した後に、積層体9上に第2リフトオフレジストL12を形成する。第2リフトオフレジストL12は、積層体9に接する当接面60とこの当接面60を挟む両側面61、61とを具備してなるものであり、また当接面60と両側面61、61の間であって当接面60の図示X1方向両側には、一对の切込部62、62が設けられている。

当接面60の図示X1方向の幅は、第1リフトオフレジストL1の当接面51の幅より小とされている。

また、両側面61、61同士の間隔は第1リフトオフレジストL1の両側面52、52同士の間隔より小とされ、更に両側面61、61同士の間隔は積層体9の上面のトラック幅方向の寸法より小とされている。

【0094】

次に絶縁膜形成工程では、図15に示すように、下部絶縁層364（基板）に対して角度 θ_3 の方向から別のスパッタ粒子を堆積し、第2リフトオフレジストL12の両側面61、61より図示X1方向外側に絶縁膜33、33を形成する。

絶縁膜33、33は、両側面61、61より図示X1方向外側に位置する積層体9の両端部分9a、9aからハードバイアス層32、32上に延在して形成される。

別のスパッタ粒子は、角度 θ_3 の方向より堆積されるため、第2リフトオフレジストL12の切込部62、62には入り込まない。これにより、切込部62、62に対応する位置にある積層体9の露出部分9c、9cには絶縁膜33、33が形成されない。

また、別のスパッタ粒子の堆積の際には、第2リフトオフレジストL12にも別のスパッタ粒子が堆積し、絶縁膜33と同じ組成の層33'が形成する。

【0095】

別のスパッタ粒子の堆積は、上記の場合と同様にイオンビームスパッタ法等により行うことが好ましい。

また、角度 θ_3 は $60 \sim 90^\circ$ の範囲であることが好ましい。角度 θ_3 が 60° 未満であると、スパッタ粒子が第2リフトオフレジストL12の切込部62, 62に入り込んでしまい、後の工程にてリード層を積層体に接合させることができなくなるので好ましくなく、角度 θ_3 が 90° を越えると、絶縁膜33, 33の端部の位置を両側面61, 61の位置に合わせることができなくなるので好ましくない。

角度 θ_3 は、例えばスパッタ用ターゲットの表面と、下部絶縁層364とのなす角度を調整することにより規定することができる。

【0096】

このように別のスパッタ粒子を角度 θ_3 の方向から堆積することにより、切込部62, 62に対応する位置にある積層体9の一部（露出部分9c, 9c）に絶縁膜33を形成させることなく、絶縁膜33, 33をハードバイアス層32, 32上から積層体9の両端部分9a, 9aまで延在させて形成することができる。

【0097】

次にエッチング工程では、図16に示すように角度 θ_4 の（ $\theta_3 > \theta_4$ ）方向からべつのエッチング粒子を照射し、このエッチング粒子を切込部62, 62まで入り込ませることにより、積層体9の露出部分9c, 9cをエッチングする。このとき、絶縁膜33, 33も同時にエッチングされて膜厚が薄くなる。

露出部分9c, 9cには、第2レジスト工程にて第1リフトオフレジストL1の除去や第2リフトオフレジストL12の形成をした際に様々な汚染物が付着し、表面が汚染された状態にある。このままの状態では後の工程でリード層34を形成すると、リード層34と積層体9の接触抵抗が増加するおそれがあるので、本工程にて露出部分9c, 9cをエッチングして洗浄する。

【0098】

角度 θ_4 は $40 \sim 80^\circ$ の範囲であることが好ましい。

角度 θ_4 は角度 θ_3 より小さくすること、即ち下部絶縁層364表面に対して角度 θ_4 を角度 θ_3 より鋭角にすることが好ましい。角度 θ_4 は、例えばイオンガン

のグリッドと、下部絶縁層 3 6 4 とのなす角度を調整することにより規定することができる。

角度 θ_4 を上記の範囲とするとともに角度 θ_3 より小さくすることにより、エッチング粒子を切込部 6 2, 6 2 まで入り込ませることができ、積層体 9 の露出部分 9 c、9 c をエッチングすることができる。

【0 0 9 9】

角度 θ_4 を 40° 未満とすると、第 2 リフトオフレジスト L12 自体が過剰にエッチングされ、後でリード層を形成する際にリード層の寸法に狂いが生じるおそれがあるので好ましくなく、角度 θ_4 が 80° を越えると、エッチング粒子を切込部 6 2, 6 2 まで入り込ませることができなくなり、積層体 9 の露出部分 9 c、9 c を完全にエッチングできなくなるおそれがあるので好ましくない。

【0 1 0 0】

そして、リード層形成工程では、図 1 7 に示すように、下部絶縁層 3 6 4 に対して角度 θ_4 の方向から他のスパッタ粒子を絶縁膜 3 3, 3 3 上に堆積してリード層 3 4, 3 4 を形成する。このとき他のスパッタ粒子が第 2 リフトオフレジスト L12 の切込部 6 2, 6 2 にも入り込み、これによりリード層 3 4, 3 4 が切込部 6 2, 6 2 に対応する位置にある露出部分 9 c、9 c 上まで延在して形成される。

また、他のスパッタ粒子の堆積の際には、第 2 リフトオフレジスト L12 にもこのスパッタ粒子が堆積し、リード層 3 4 と同じ組成の層 3 4' が形成する。

【0 1 0 1】

他のスパッタ粒子の堆積は、上記の場合と同様に、イオンビームスパッタ法等により行うことが好ましい。

また、他のスパッタ粒子の照射角度 θ_4 は、このスパッタ粒子を第 2 リフトオフレジスト L12 の切込部 6 2, 6 2 まで入り込ませる必要があることから、エッチング工程でのエッチング粒子の照射角度 θ_4 と同一にすることが好ましい。

【0 1 0 2】

このように、他のスパッタ粒子を切込部 6 2, 6 2 に入り込ませ、露出部分 9 c、9 c 上までリード層 3 4, 3 4 を形成することにより、積層体 9 の中央に向

けて延在するオーバーレイ部 3 4 a, 3 4 a を形成することができ、更にオーバーレイ部の先端部分 3 4 b、3 4 b を積層体 9 に直接に接合させることができる。

【0 1 0 3】

最後に、第 2 リフトオフレジスト L12 を除去し、磁場中アニール処理等を行ってハードバイアス層 3 2、3 2 にバイアス磁界を発現させてフリー磁性層 7 の磁気モーメント方向を図示 X1 方向に揃えさせることにより、図 1 に示すスピバルブ型薄膜磁気素子 1 が得られる。

【0 1 0 4】

上記のスピバルブ型薄膜磁気素子 1 の製造方法によれば、角度 θ_3 の方向からスパッタ粒子を堆積させて第 2 リフトオフレジスト L1 の両側面 6 1, 6 1 より図示 X1 方向外側に絶縁膜 3 3, 3 3 を形成し、更に角度 θ_4 の方向からスパッタ粒子を堆積させて第 2 リフトオフレジスト L12 の切込部 6 2, 6 2 に対応する位置までリード層 3 4, 3 4 を形成するので、絶縁膜 3 3, 3 3 を積層体 9 のトラック幅両端部 9 a、9 a 上まで延在させるとともに、リード層 3 4, 3 4 を絶縁膜 3 3, 3 3 よりも積層体 9 の中央方向に延在させて積層体 9 に接合させることができ、サイドリーディングを防止することが可能なスピバルブ型薄膜磁気素子 1 を製造できる。

【0 1 0 5】

(第 2 の実施形態)

次に、本発明の第 2 の実施形態を図面を参照して説明する。図 1 8 に、本発明の第 2 の実施形態であるスピバルブ型薄膜磁気素子 1 0 1 を磁気記録媒体側からみた断面模式図を示す。

【0 1 0 6】

図 1 8 に示すスピバルブ型薄膜磁気素子 1 0 1 は、第 1 の実施形態のスピバルブ型薄膜磁気素子 1 と同様に薄膜磁気ヘッドを構成し、この薄膜磁気ヘッドはインダクティブヘッドとともに浮上式磁気ヘッドを構成する。

【0 1 0 7】

このスピバルブ型薄膜磁気素子 1 0 1 は、フリー磁性層 1 0 7 の厚さ方向両

側に、第1、第2非磁性導電層106、108、第1、第2固定磁性層105、109、第1、第2反強磁性層104、110が順次積層されてなるデュアルスピナルバルブ型薄膜磁気素子である。

【0108】

即ちこのスピナルバルブ型薄膜磁気素子101は、下部絶縁層364に積層された下地層103上に、第1反強磁性層104、第1固定磁性層105、第1非磁性導電層106、フリー磁性層107、第2非磁性導電層108、第2固定磁性層109、第2反強磁性層110及び保護層111が順次積層されて構成されている。

このように下地層103から保護層111間での各層が順次積層されて断面視略台形状の積層体112が形成されている。

またこのスピナルバルブ型薄膜磁気素子101は、積層体112の両側に形成されてフリー磁性層107の磁気モーメント方向を揃えるCoPt合金等からなる一対のハードバイアス層132、132と、このハードバイアス層132、132上に形成されて検出電流を積層体112に与えるCr、Ta、Au、W、Rh、Cu等からなる一対のリード層134、134が備えられている。

【0109】

このスピナルバルブ型薄膜磁気素子101が先に説明した第1の実施形態のスピナルバルブ型薄膜磁気素子1と異なる点は、積層体112がデュアルスピナルバルブ型構造を有する点である。

【0110】

フリー磁性層107は、Co等よりなる第1拡散防止層107aと、NiFe合金よりなる強磁性自由層107bと、Co等よりなる第2拡散防止層107cとが積層されて構成されている。第1、第2拡散防止層107a、107cは、強磁性自由層107bと第1、第2非磁性導電層106、108との相互拡散を防止する。

第1、第2拡散防止層107a、107cの膜厚は0.2～1nmの範囲が好ましく、強磁性自由層107bの膜厚は1～5nmの範囲が好ましい。

フリー磁性層107の磁気モーメント方向は、ハードバイアス層132、13

2のバイアス磁界によって図示X1方向に揃えられる。このようにフリー磁性層107が単磁区化されることにより、スピバルブ型薄膜磁気素子101のバルクハウゼンノイズを低減できる。

【0111】

次に、第1、第2反強磁性層104、110は、第1、第2固定磁性層105、109の磁気モーメント方向を固定するものであり、第1の実施形態の反強磁性層4と同一の材料であるPtMn合金より形成されていることが好ましい。

また、第1、第2反強磁性層104、110は、第1の実施形態の反強磁性層4と同様に、XMn合金、PtX'Mn合金（ただし前記組成式において、XはPt、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのなかから選択される1種を示し、X'はPd、Cr、Ru、Ni、Ir、Rh、Os、Au、Ag、Ne、Ar、Xe、Krのなかから選択される1種または2種以上を示す）のいずれかより形成されていても良い。

PtMn合金、XMn合金、PtX'Mn合金の組成、膜厚等は、第1の実施形態の反強磁性層4とほぼ同じである。

【0112】

ただし、特に第2反強磁性層110の膜厚は12nm以下であることが好ましく、8nm以上12nm以下であることがより好ましい。

比較的高比抵抗な第2反強磁性層110の膜厚を12nm以下と比較的薄くすることにより、リード層134、134により印加されるセンス電流を、積層体112に効率よく流すことができる。

また、第2反強磁性層110を8nm以上とすることにより、第2固定磁性層109の磁気モーメント方向を固定するための交換結合磁界を十分に大きくすることができ、第2固定磁性層109の磁気モーメント方向を強固に固定することができる。

【0113】

第1、第2反強磁性層104、110として上記した適正な組成範囲の合金を使用し、これを磁場中熱処理することで、大きな交換結合磁界を発生する第1、第2反強磁性層104、110を得ることができ、この交換結合磁界によって第

1、第2固定磁性層105、109の磁気モーメント方向を強固に固定できる。とくに、PtMn合金であれば、 $6.4 \times 10^4 \text{ A/m}$ を越える交換結合磁界を有し、交換結合磁界を失うブロッキング温度が653 K (380℃)と極めて高い第1、第2反強磁性層104、110を得ることができる。

【0114】

次に、第1固定磁性層105は、第1強磁性ピンド層105aと第1非磁性中間層105bと第2強磁性ピンド層105cとが積層されて構成されている。第2強磁性ピンド層105cの膜厚は、第1強磁性ピンド層105aの膜厚より大とされている。

第1強磁性ピンド層105aの磁気モーメント方向は、第1反強磁性層104との交換結合磁界によって図示Y方向に固定され、また第2強磁性ピンド層105cは、第1強磁性ピンド層105aと反強磁性的に結合してその磁気モーメント方向が図示Y方向の反対方向に固定されている。

【0115】

このように、第1、第2強磁性ピンド層105a、105cの磁気モーメント方向が互いに反平行とされているため、それぞれの層の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第2強磁性ピンド層105cが第1強磁性ピンド層105aよりも厚く形成されているので、第2強磁性ピンド層105cの磁気モーメントが僅かに残存し、これにより第1固定磁性層105全体の磁気モーメント方向が図示Y方向の反対方向に固定される。

【0116】

第2固定磁性層109は、第3強磁性ピンド層109aと第2非磁性中間層109bと第4強磁性ピンド層109cとが積層されて構成されている。第4強磁性ピンド層109cの膜厚は、第3強磁性ピンド層109aの膜厚より大とされている。

第4強磁性ピンド層109cの磁気モーメント方向は、第2反強磁性層110との交換結合磁界によって図示Y方向に固定され、また第3強磁性ピンド層109aは、第4強磁性ピンド層109cと反強磁性的に結合してその磁気モーメント方向が図示Y方向の反対方向に固定されている。

【0117】

このように第1固定磁性層105の場合と同様に、第3、第4強磁性ピンド層109a、109cのそれぞれの磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第4強磁性ピンド層109cが第3強磁性ピンド層109aより厚く形成されているので、第4強磁性ピンド層109cの磁気モーメントが僅かに残存し、第2固定磁性層109全体の磁気モーメント方向が図示Y方向に固定される。

【0118】

従って第1、第2固定磁性層105、109は、第1～第4強磁性ピンド層105a、105c、109a、109cがそれぞれ反強磁性的に結合し、かつ第2、第3強磁性ピンド層105c、109aの磁気モーメントがそれぞれ残存しており、人工的なフェリ磁性状態 (synthetic ferrimagnet; シンセティックフェリ磁性) を示す層となる。

また、フリー磁性層107の磁気モーメント方向と第1、第2固定磁性層105、109の磁気モーメント方向とが交叉する関係になる。

【0119】

また、図18に示すように、第1固定磁性層105を構成する強磁性ピンド層のうちフリー磁性層107の近くに位置する第2強磁性ピンド層105cの磁気モーメント方向と、第2固定磁性層109を構成する強磁性ピンド層のうちフリー磁性層107の近くに位置する第3強磁性ピンド層109aの磁気モーメント方向が同一であるので、フリー磁性層107と第1、第2固定磁性層105、109との間でそれぞれ発現する磁気抵抗効果が相互に打ち消し合うことがなく、高い磁気抵抗変化率を示すことができる。

【0120】

尚、第1～第4強磁性ピンド層105a、105c、109a、109cは、NiFe合金、Co、CoNiFe合金、CoFe合金、CoNi合金等により形成されるものであり、特にCoより形成されることが好ましい。更に第1～第4強磁性ピンド層105a、105c、109a、109cは、同一の材料で形成されることが好ましい。

また、第1、第2非磁性中間層105b、109bは、Ru、Rh、Ir、C

r、Re、Cuのうちの1種またはこれらの合金からなることが好ましく、特にRuにより形成されることが好ましい。

第1、第4強磁性ピンド層105a、109cの膜厚は1～3nmの範囲が好ましく、第2、第3強磁性ピンド層105c、109aの膜厚は2～3nmの範囲が好ましい。

また、第1、第2非磁性中間層105b、109bの膜厚は0.7～0.9nmの範囲が好ましい。

【0121】

なお、第1、第2固定磁性層105、109はそれぞれ2つの強磁性ピンド層105a、105c、109a、109cにより構成されているが、これに限られず、2以上の強磁性ピンド層により構成されていても良い。この場合には、これらの強磁性ピンド層の間に非磁性中間層がそれぞれ挿入されるとともに、隣接する強磁性ピンド層同士のそれぞれの磁気モーメント方向が反平行とされて全体がフェリ磁性状態とされていることが好ましい。

【0122】

このように、第1、第2固定磁性層105、109がいわゆる人工的なフェリ磁性状態 (synthetic ferrimagnet; シンセティックフェリ磁性) を示す層であるので、第1、第2固定磁性層105、109の磁気モーメント方向を強固に固定して第1、第2固定磁性層105、109を安定させることができる。

【0123】

次に、第1、第2非磁性導電層106、108は、フリー磁性層107と第1、第2固定磁性層105、109との磁気的な結合を小さくさせるとともにセンス電流が主に流れる層であり、Cu、Cr、Au、Agなどに代表される導電性を有する非磁性材料より形成されることが好ましく、特にCuより形成されることが好ましい。

第1、第2非磁性導電層106、108の膜厚は、それぞれ2～3nmの範囲とすることが好ましい。

【0124】

また第1反強磁性層104は、フリー磁性層107よりも図示X1方向両側に

突出して形成されている。そして、この第1反強磁性層104の突出部104a、104a上に、ハードバイアス層132、132及びリード層134、134が順次積層されている。

突出部104a、104aとハードバイアス層132、132との間には、Ta、WまたはCrからなるバイアス下地層131、131が積層されている。Crからなるバイアス下地層131、131上にハードバイアス層132、132を形成すると、ハードバイアス層132、132の保磁力および角形比が大きくなり、フリー磁性層107の単磁区化に必要なバイアス磁界を増大させることができる。

【0125】

ハードバイアス層132、132は例えばCoPt（コバルト白金）合金から構成され、積層体112の図示X₁方向両側、即ちトラック幅方向両側に設けられている。特にハードバイアス層132、132はフリー磁性層107の図示X₁方向両側に位置させることにより、バイアス磁界をフリー磁性層107に効率よく印加してフリー磁性層107の磁気モーメント方向を揃え、バルクハウゼンノイズを低減する。

【0126】

ハードバイアス層132、132上には絶縁膜133、133が形成されている。この絶縁膜133、133は、ハードバイアス層133、133上から積層体112の図示X₁方向の両端部分112a、112a上に延在して形成されている。積層体112の図示X₁方向の両端部分とは、積層体112のうちハードバイアス層132、132に隣接する部分である。

この絶縁膜133、133は、第1の実施形態の絶縁膜33、33と同様の材料並びに同様の膜厚から構成されることが好ましい。

【0127】

一对のリード層134、134は、絶縁膜133、133を介してハードバイアス層132、132上に形成され、更に絶縁膜133、133よりも積層体112の中央側まで延在している。すなわち、リード層134、134には積層体112の一部上まで延在するオーバーレイ部134a、134aがそれぞれ設け

られ、このオーバーレイ部 1 3 4 a、1 3 4 a の先端部分 1 3 4 b、1 3 4 b が絶縁膜 1 3 3、1 3 3 よりも積層体 1 1 2 の中央側まで延在し、この先端部分 1 3 4 b、1 3 4 b が積層体 1 1 2 に接合している。

またリード層 1 3 4、1 3 4 は、図示 X1 方向において相互に T w の間隔をあけて配置されている。この間隔 T w がスピバルブ型薄膜磁気素子 1 0 1 の光学的なトラック幅となる。

【 0 1 2 8 】

尚、オーバーレイ部 1 3 4 a、1 3 4 a の幅 W1 の好ましい範囲及び先端部分 1 3 4 b、1 3 b の幅 W2 の好ましい範囲は、第 1 の実施形態で示した幅 W1、W2 の範囲と同一である。

【 0 1 2 9 】

リード層 1 3 4、1 3 4 は、先端部分 1 3 4 b、1 3 4 b のみが積層体 1 1 2 に接合し、先端部分 1 3 4 b、1 3 4 b 以外の部分は絶縁膜 1 3 3、1 3 3 によって積層体 1 1 2 及びハードバイアス層 1 3 2、1 3 2 から絶縁されている。

従ってリード層 1 3 4、1 3 4 から積層体 1 1 2 に印加されるセンス電流は、図 1 8 中、矢印 J で示すようにリード層 1 3 4、1 3 4 の先端部分 1 3 4 b、1 3 4 b のみから積層体 1 1 2 に印加される。

一方、リード層 1 3 4、1 3 4 とハードバイアス層 1 3 2、1 3 2 の間は絶縁膜 1 3 3、1 3 3 で絶縁されているため、センス電流がハードバイアス層 1 3 2、1 3 2 を介して積層体 1 1 2 の両端部分 1 1 2 a、1 1 2 a に流れることがない。

更に、オーバーレイ部 1 3 4 a、1 3 4 a と積層体 1 1 2 の両端部分 1 1 2 a、1 1 2 a の間には絶縁膜 1 3 3、1 3 3 が延在しているので、センス電流がオーバーレイ部 1 3 4 a、1 3 4 a から積層体 1 1 2 の両端部分 1 1 2 a、1 1 2 a に向けて流れることがない。

【 0 1 3 0 】

従って、第 1 の実施形態のスピバルブ型薄膜磁気素子 1 と同様に、このスピバルブ型薄膜磁気素子 1 0 1 の積層体 1 1 2 のなかで最もセンス電流が集中するのは、リード層 1 3 4、1 3 4 が形成されていない感度領域 S である。

一方、積層体 1 1 2 のうち、リード層の先端部分 1 3 4 b、1 3 4 b 及び絶縁膜 1 3 3、1 3 3 が被着されている部分においては、センス電流が少なくなって磁気抵抗 (MR) 効果が実質的に小さくなり、磁気記録媒体の漏れ磁界の検出感度が小さくなり、とくに絶縁膜 1 3 3、1 3 3 が成膜されている両端部分 1 1 2 a、1 1 2 a ではセンス電流が全く流れず、磁気記録媒体の漏れ磁界の検出感度が 0 になる。

このようにリード層の先端部分 1 3 4 b、1 3 4 b 及び絶縁膜 1 3 3、1 3 3 が被着されている部分を図 1 8 に示すように不感度領域 N と称する。

【0 1 3 1】

リード層 1 3 4、1 3 4 の先端部分 1 3 4 b、1 3 4 b のみを積層体 1 1 2 に接合させ、リード層 1 3 4、1 3 4 の他の部分を絶縁膜 1 3 3、1 3 3 で絶縁することにより、実質的に磁気記録媒体からの記録磁界の再生に寄与する部分 (感度領域 S) と、実質的に磁気記録媒体からの記録磁界の再生に寄与しない部分 (不感度領域 N) とが形成され、感度領域 S の幅 T_w がスピナルバルブ型薄膜磁気素子 1 0 1 のトラック幅となり、狭トラック化に対応することができる。

また、積層体 1 1 2 の感度領域 S はハードバイアス層 1 3 2、1 3 2 から離れているために、強いバイアス磁界により固着されることがなく、スピナルバルブ型薄膜磁気素子 1 0 1 の出力特性を向上できる。

特に、積層体 1 1 2 の両端部分 1 1 2 a、1 1 2 a では絶縁膜 1 3 3、1 3 3 によってセンス電流が遮断され、磁気抵抗効果が発現することなく検出感度が 0 になるので、スピナルバルブ型薄膜磁気素子 1 0 1 のサイドリーディングを防止することができる。

【0 1 3 2】

上記のスピナルバルブ型薄膜磁気素子 1 0 1 の製造方法は、積層体形成工程において、第 1 反強磁性層 1 0 4、第 1 強磁性ピンド層 1 0 5 a、第 1 非磁性中間層 1 0 5 b、第 2 強磁性ピンド層 1 0 5 c、第 1 非磁性導電層 1 0 6、第 1 拡散防止層 1 0 7 a、強磁性自由層 1 0 7 b、第 2 拡散防止層 1 0 7 c、第 2 非磁性導電層 1 0 8、第 3 強磁性ピンド層 1 0 9 a、第 2 非磁性中間層 1 0 9 b、第 4 強磁性ピンド層 1 0 9 c、第 2 反強磁性層 1 1 0 及び保護層 1 1 1 を順次積層して

積層膜を形成すること以外は、第 1 の実施形態で説明した 2 通りの製造方法のいずれかと同様にして製造することが可能である。

【0 1 3 3】

尚、本発明の技術範囲は第 1、第 2 の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

例えば第 1 の実施形態においては、非磁性中間層を挟んで反強磁性的に結合する 2 つの強磁性自由層で構成したフリー磁性層 7 について説明したが、本発明はこれに限られず、フリー磁性層 7 を強磁性層単層構造、または強磁性層と拡散防止層の積層構造としても良い。

同様に、固定磁性層 4 についても強磁性層単層構造としても良い。

【0 1 3 4】

また、第 1 の実施形態において、フリー磁性層 7 と保護層 8 の間に導電性かつ非磁性な材料からなるバックド層を形成し、伝導電子のうちアップスピンの伝導電子の平均自由行程をこのバックド層によって延長させることにより、抵抗変化率を増加させる構成を採用してもよい。

【0 1 3 5】

更に第 1 の実施形態において、積層体 9 中の反強磁性層をフリー磁性層よりも下部絶縁層（基板）から離れた位置に配置させてトップ型のシングルスピバルブ型構造としてもよい。すなわち、下地層、フリー磁性層、非磁性導電層、固定磁性層、反強磁性層及び保護層の順で積層しても良い。

【0 1 3 6】

また第 2 実施形態において、フリー磁性層 1 0 7 を、非磁性中間層と、この非磁性中間層を挟んで反強磁性的に結合する 2 つの強磁性自由層で構成してもよい。

また、第 1、第 2 固定磁性層 1 0 5，1 0 9 のいずれか一方または両方を強磁性層単層構造としても良い。

【0 1 3 7】

更に、第 1，第 2 の実施形態のスピンバルブ型薄膜磁気素子において、固定磁性層の磁気モーメントを固定する手段として、反強磁性層に代えて、センス電流

のセンス電流磁界を用いる手段を採用しても良い。

【0138】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明のスピンバルブ型薄膜磁気素子によれば、リード層のオーバーレイ部の先端部分のみが積層体に接合し、リード層の他の部分は絶縁膜によって積層体及びハードバイアス層から絶縁されているので、積層体のトラック幅方向両端部分への検出電流の分流成分が絶縁膜により遮断され、検出電流はすべてオーバーレイ部の先端部分から積層体に印加されることになり、これにより積層体の両端部分で磁気抵抗効果が発現することがなく、スピンバルブ型薄膜磁気素子のサイドリーディングを防止できる。

【0139】

また、本発明のスピンバルブ型薄膜磁気素子によれば、リード層の先端部分の幅が $0.01\mu\text{m}$ 以上であり、リード層と積層体の接合面積が広く確保されるので、先端部分における接触抵抗が低減されて積層体に検出電流を効率よく与えることができる。

更に、ハードバイアス層とリード層の先端部分との離れているので、ハードバイアス層のバイアス磁界がスピンバルブ型薄膜磁気素子のトラック幅中央の感度領域において適度に弱くなるので、バイアス磁界によってフリー磁性層の磁化が必要以上に強く固着されることがなく、再生感度を向上させることができる。

【0140】

そして、本発明の薄膜磁気ヘッドは、先のいずれかに記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子を磁気記録情報の読出し素子として備えているので、サイドリーディング発生の確率が低い薄膜磁気ヘッドを構成することができる。

また係る浮上式磁気ヘッドによれば、上記の薄膜磁気ヘッドを備えているので、磁気情報の再生出力が高く、サイドリーディング発生の確率が低い浮上式磁気ヘッドを構成することができる。

【0141】

次に、本発明のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、基板に対して角度 θ_2 の方向からスパッタ粒子を堆積させて第1リフトオフレジストの切込

部位置にある積層体上まで絶縁膜を形成し、更に第2リフトオフレジストの切込部位置にある積層体上までリード層を形成するので、絶縁膜を積層体のトラック幅両端部上まで延在させるとともに、リード層を絶縁膜よりも積層体の中央方向に延在させて積層体に接合させることができ、サイドリーディングを防止することが可能なスピバルブ型薄膜磁気素子を製造できる。

【0142】

また、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、第2リフトオフレジストを形成した後に、第2リフトオフレジストの切込部に対応する位置にある積層体の一部をエッチングするので、リード層と積層体の接合面をクリーニングすることができ、リード層を積層体に確実に接合させて検出電流を積層体に効率よく印加させることができる。

【0143】

更に、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法においては、絶縁膜を形成する際の角度 θ_2 が、ハードバイアス層を形成する際の角度 θ_1 より小さく設定されているので、絶縁膜を第1リフトオフレジストの切込部の位置まで形成させることが可能になり、検出電流の分流成分を極力遮断させることができる。

【0144】

次に本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、基板に対して角度 θ_3 の方向からスパッタ粒子を堆積させて第2リフトオフレジストの両側面のトラック幅方向外側まで絶縁膜を形成し、更に第2リフトオフレジストの切込部位置にある積層体上までリード層を形成するので、絶縁膜を積層体のトラック幅両端部上まで延在させるとともに、リード層を絶縁膜よりも積層体の中央方向に延在させて積層体に接合させることができ、サイドリーディングを防止することが可能なスピバルブ型薄膜磁気素子を製造できる。

【0145】

また、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、絶縁膜を形成した後にエッチング粒子を照射することにより、第2リフトオフレジストの切込部に対応する位置にある積層体の一部をエッチングするので、リード層と積層体の接合面をクリーニングすることができ、リード層と積層体を確実に接合させ

て検出電流を積層体に効率よく与えることができる。

【0146】

更に、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、リード層を形成する際の角度 θ_4 が、絶縁膜を形成する際の角度 θ_3 より小さく設定されているので、リード層を第2リフトオフレジストの切込部の位置まで形成させることが可能になり、リード層を積層体に確実に接合させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態のスピバルブ型薄膜磁気素子の断面模式図である。

【図2】 図1のスピバルブ型薄膜磁気素子を備えた浮上式磁気ヘッドの斜視図である。

【図3】 図1のスピバルブ型薄膜磁気素子を備えた薄膜磁気ヘッドの断面模式図である。

【図4】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための図であって、積層体形成工程を示す工程図である。

【図5】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための図であって、積層体形成工程を示す工程図である。

【図6】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための図であって、ハードバイアス層形成工程を示す工程図である。

【図7】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための図であって、絶縁膜形成工程を示す工程図である。

【図8】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための図であって、第2レジスト形成工程を示す工程図である。

【図9】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための図であって、エッチング工程を示す工程図である。

【図10】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための図であって、リード層形成工程を示す工程図である。

【図11】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の他の製造方法を説明するための図であって、積層体形成工程を示す工程図である。

【図 1 2】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の他の製造方法を説明するための図であって、積層体形成工程を示す工程図である。

【図 1 3】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の他の製造方法を説明するための図であって、ハードバイアス層形成工程を示す工程図である。

【図 1 4】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の他の製造方法を説明するための図であって、第 2 レジスト形成工程を示す工程図である。

【図 1 5】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の他の製造方法を説明するための図であって、絶縁膜形成工程を示す工程図である。

【図 1 6】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の他の製造方法を説明するための図であって、エッチング工程を示す工程図である。

【図 1 7】 本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の他の製造方法を説明するための図であって、リード層形成工程を示す工程図である。

【図 1 8】 本発明の第 2 の実施形態のスピバルブ型薄膜磁気素子の断面模式図である。

【図 1 9】 従来のスピバルブ型薄膜磁気素子の断面模式図である。

【符号の説明】

- 1 スピバルブ型薄膜磁気素子
- 4 反強磁性層
- 4 a 延出部
- 5 固定磁性層
- 5 a 第 1 強磁性ピンド層（強磁性層）
- 5 b 第 1 非磁性中間層（非磁性中間層）
- 5 c 第 2 強磁性ピンド層（強磁性層）
- 6 非磁性導電層
- 7 フリー磁性層
- 9 積層体
- 9 a 両端部分
- 3 2 ハードバイアス層
- 3 3 絶縁膜

3 4 リード層

3 4 a オーバーレイ部

3 4 b 先端部分

5 1、5 7、6 0 当接面

5 2、5 8、6 1 側面

5 3、5 9、6 2 切込部

L1 第1リフトオフレジスト

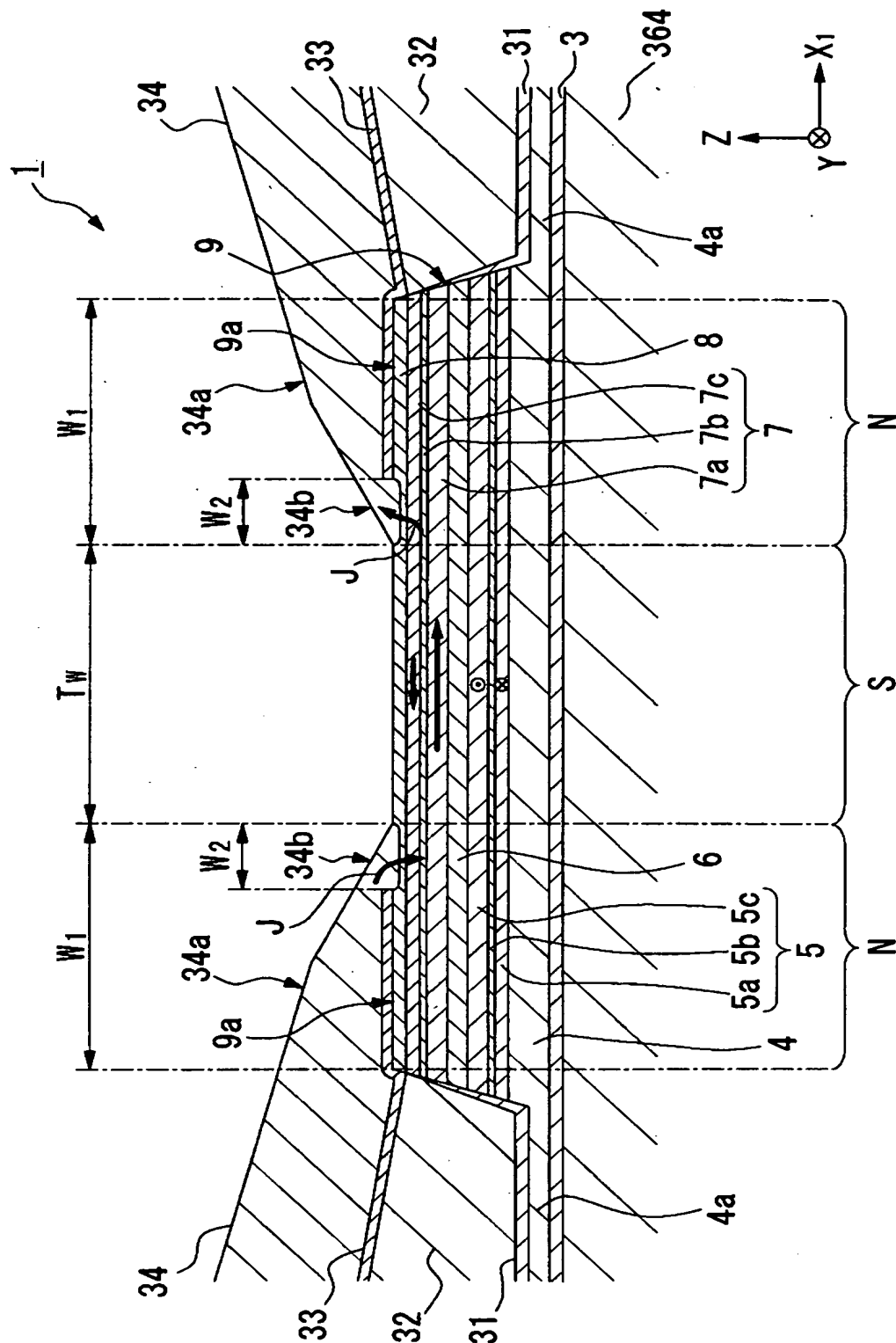
L2、L12 第2リフトオフレジスト

S 感度領域

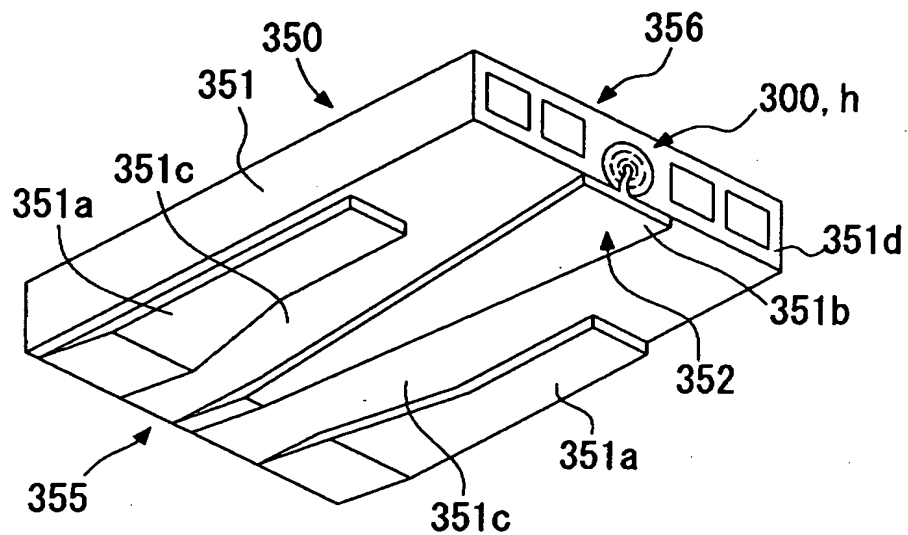
N 不感度領域

【書類名】 図面

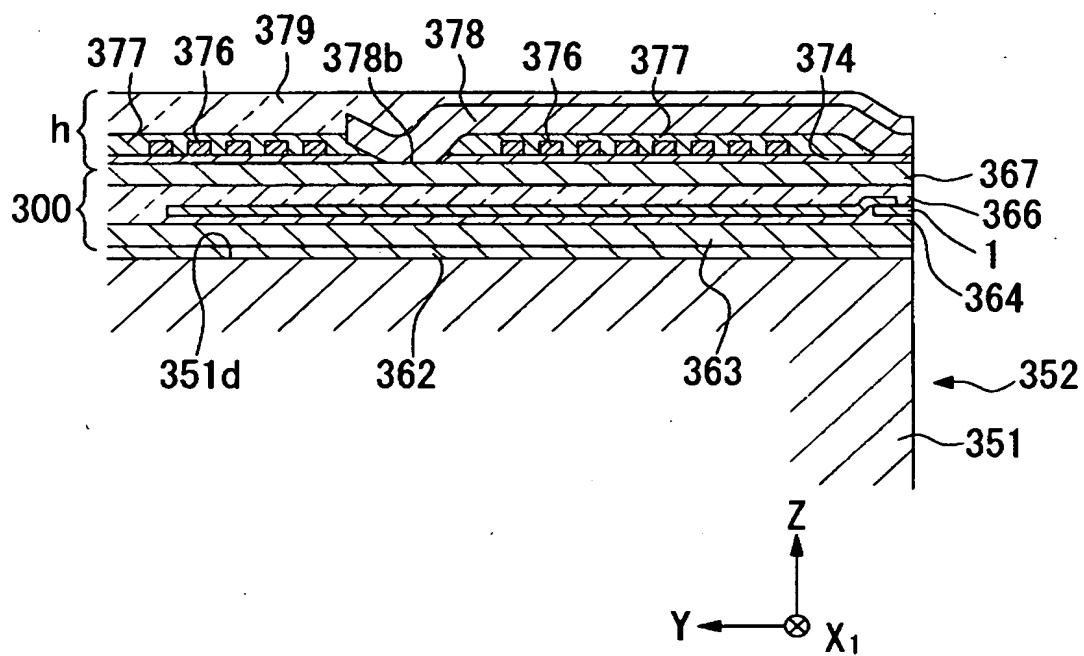
【図 1】



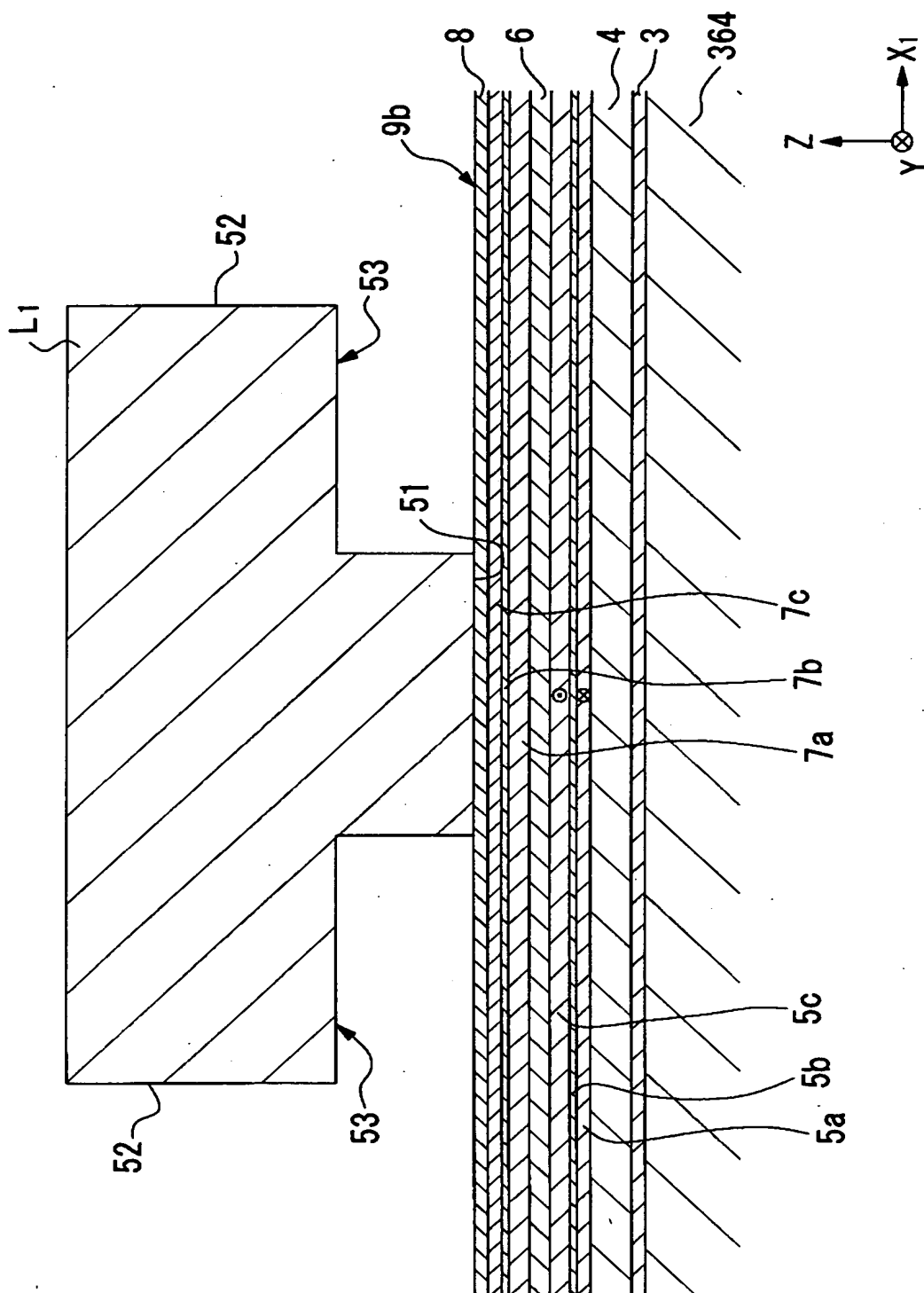
【図 2】



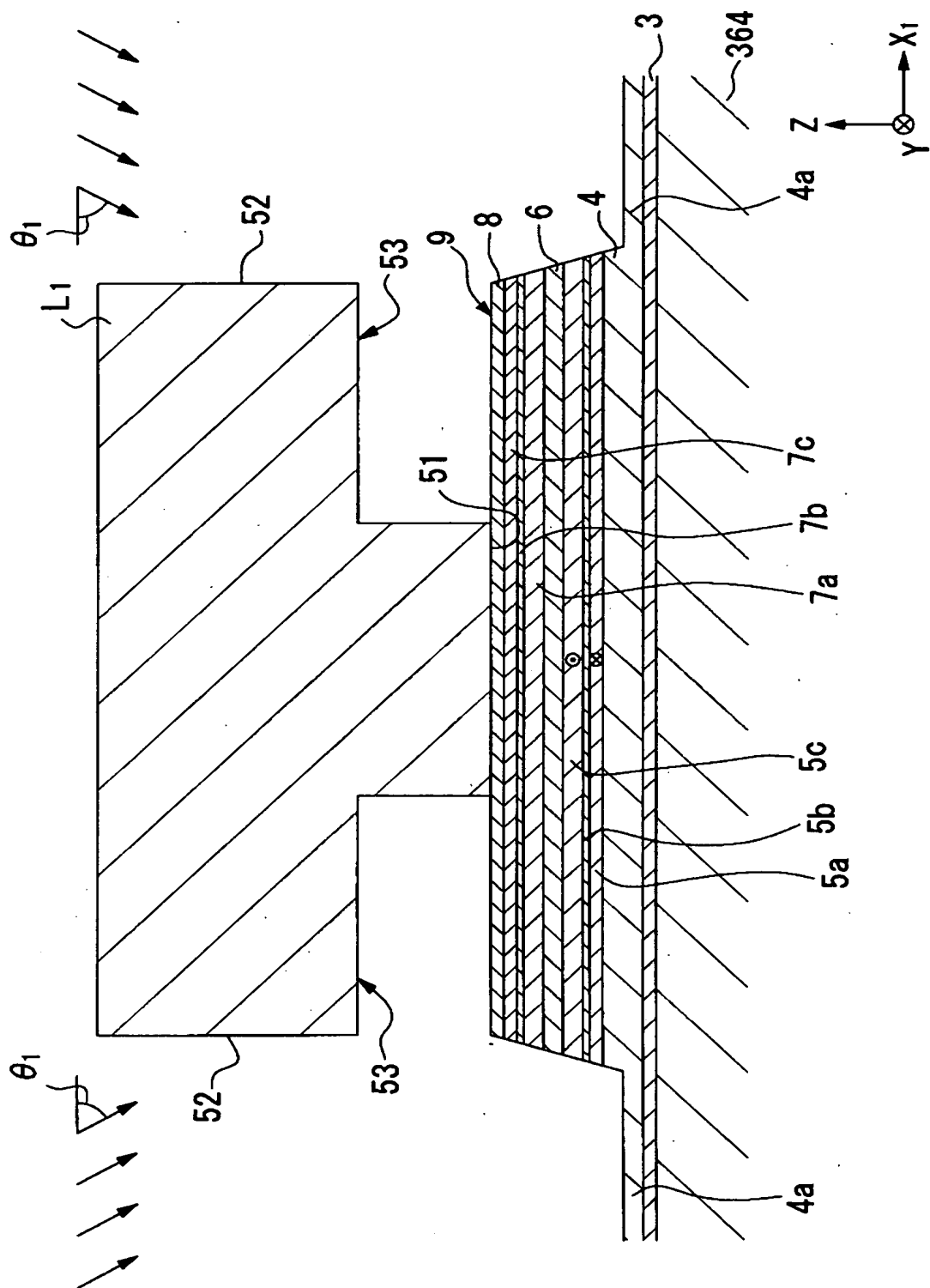
【図 3】



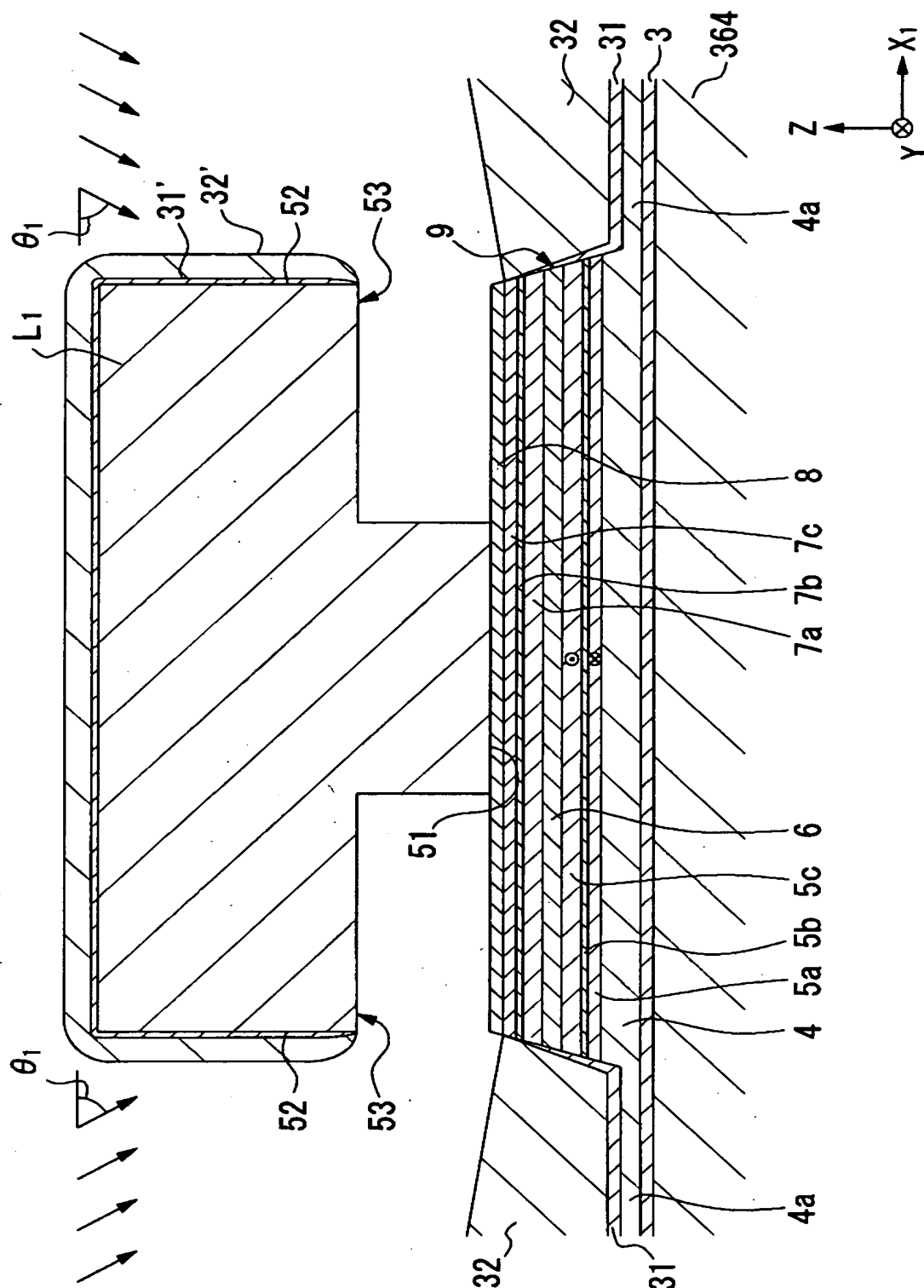
【図 4】



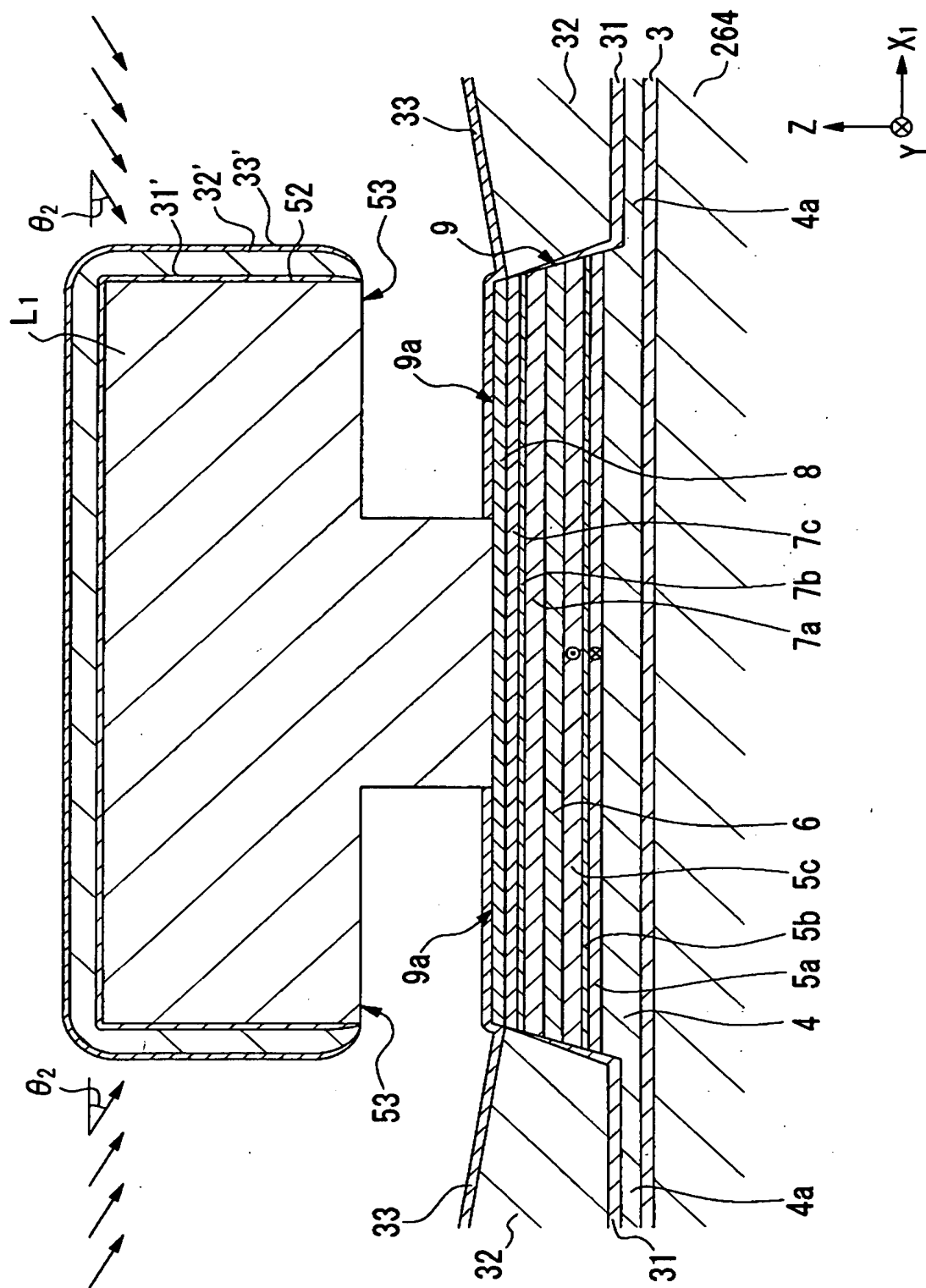
【図 5】



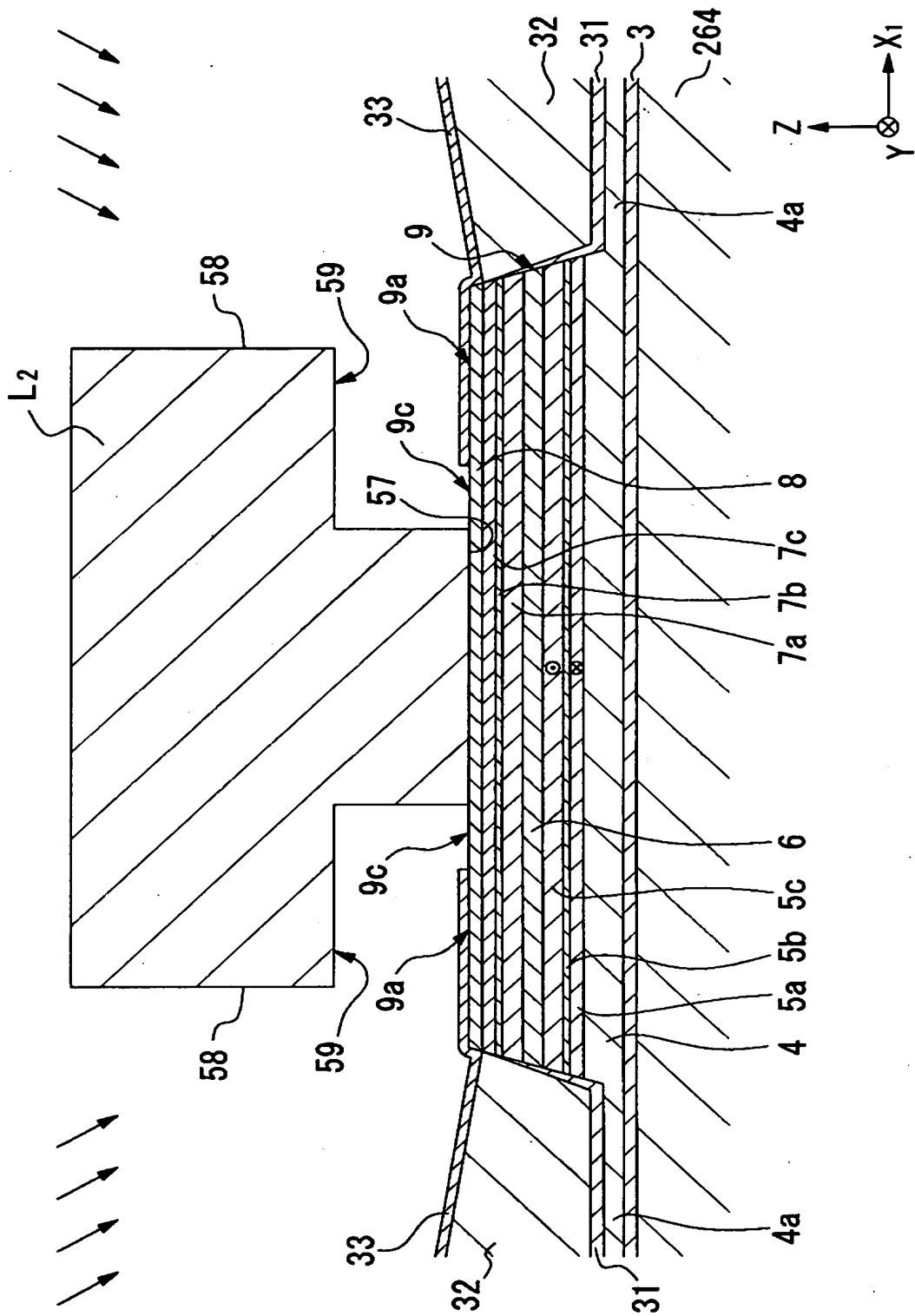
【図 6】



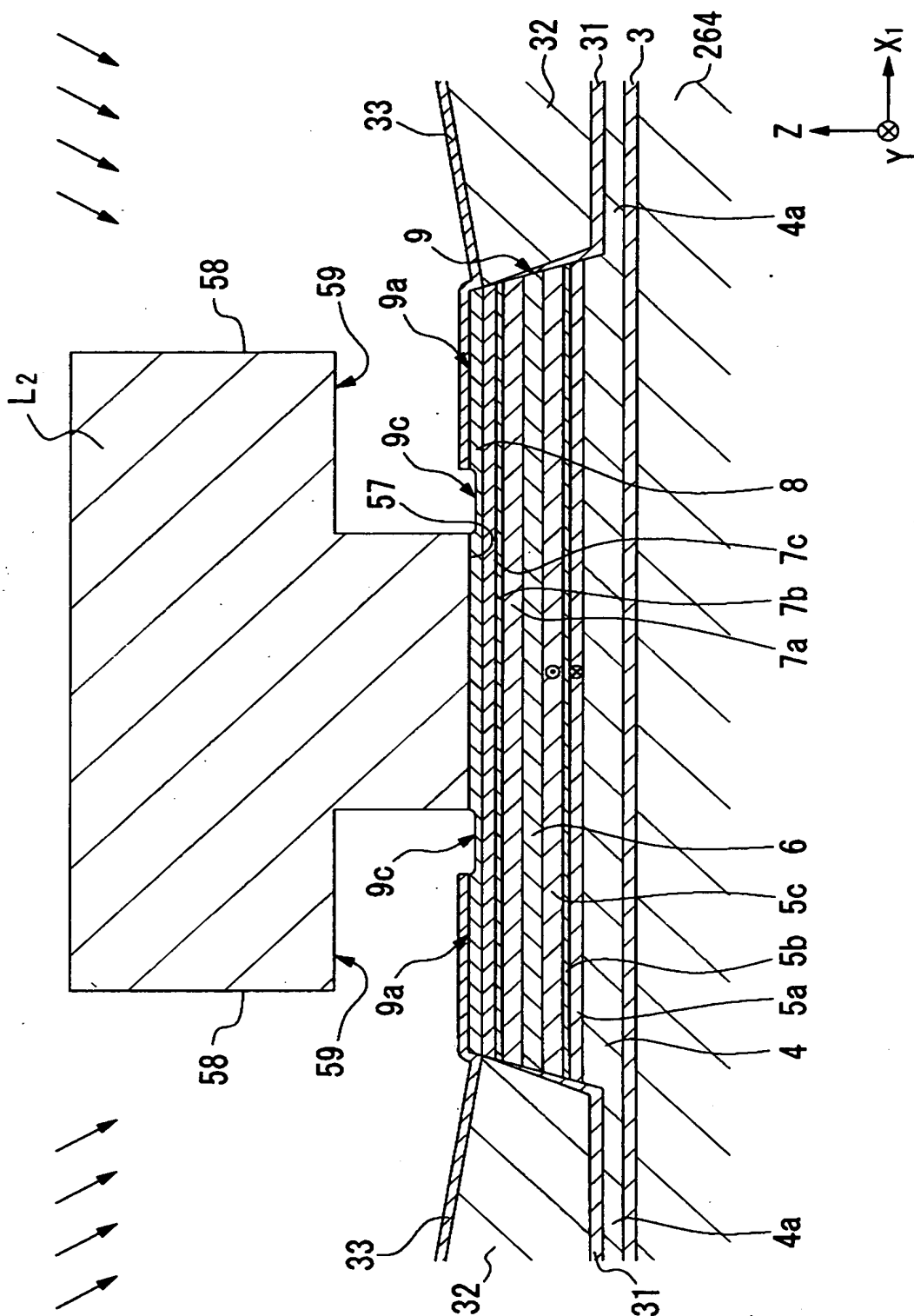
【図7】



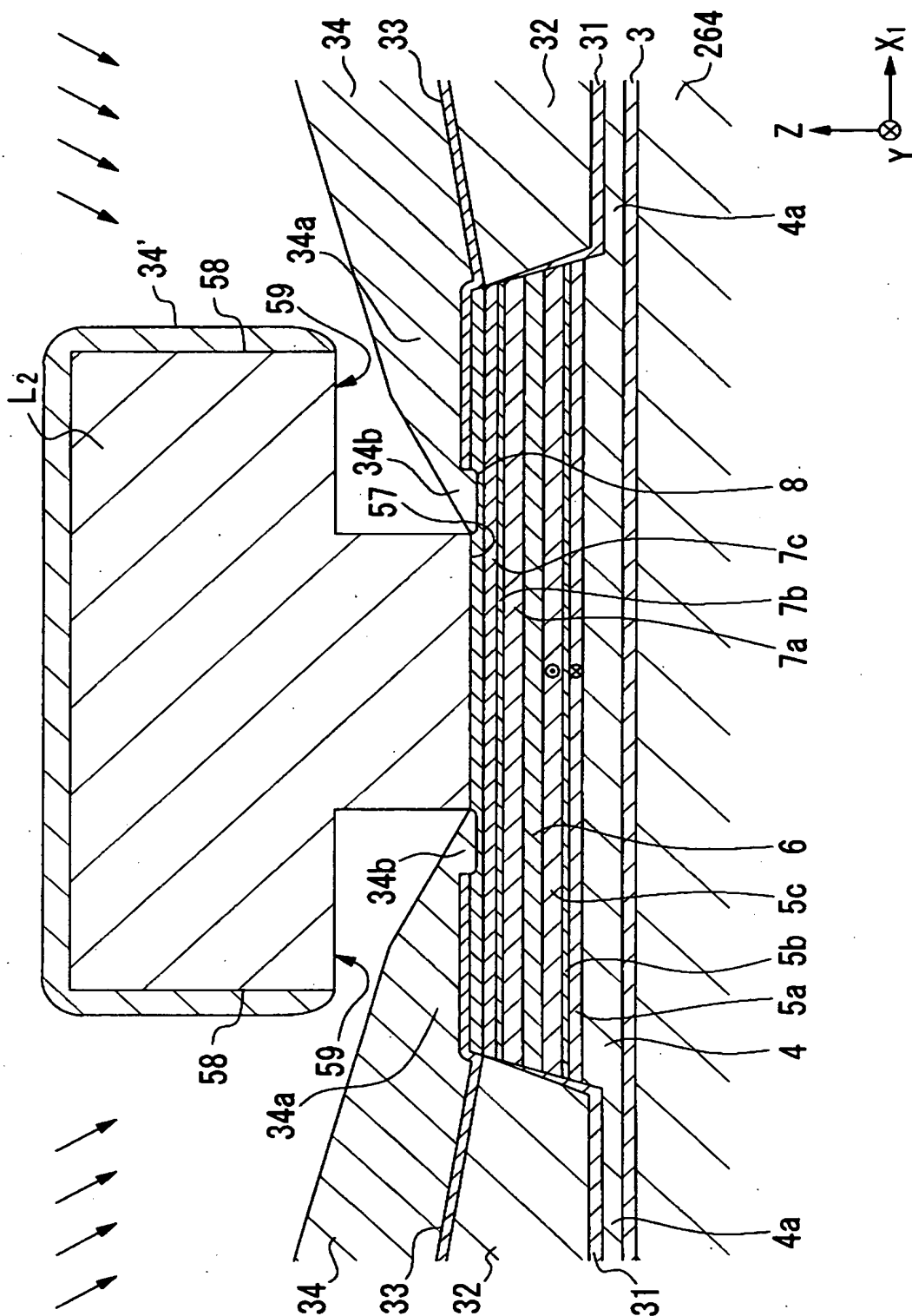
【図 8】



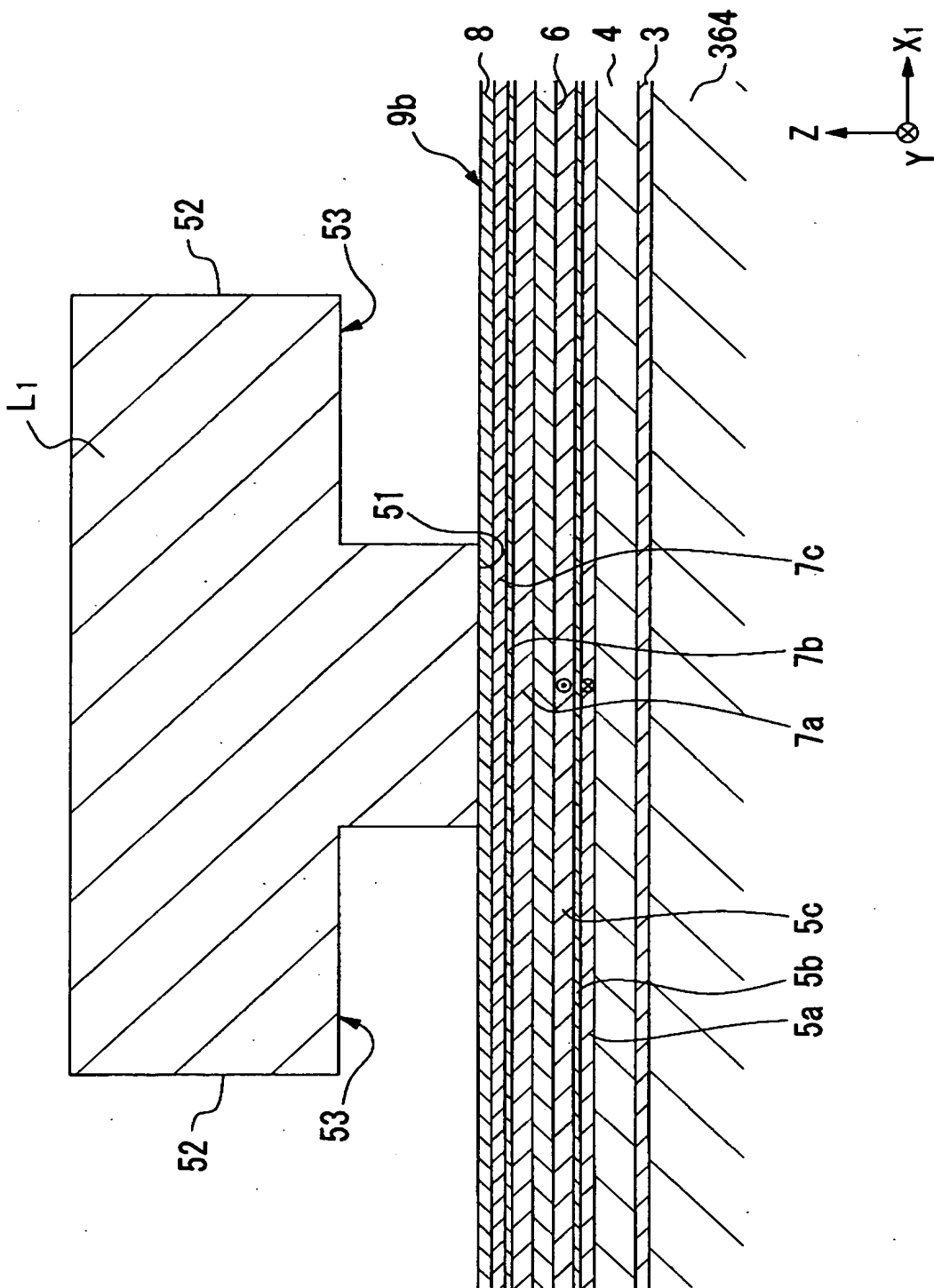
【図9】



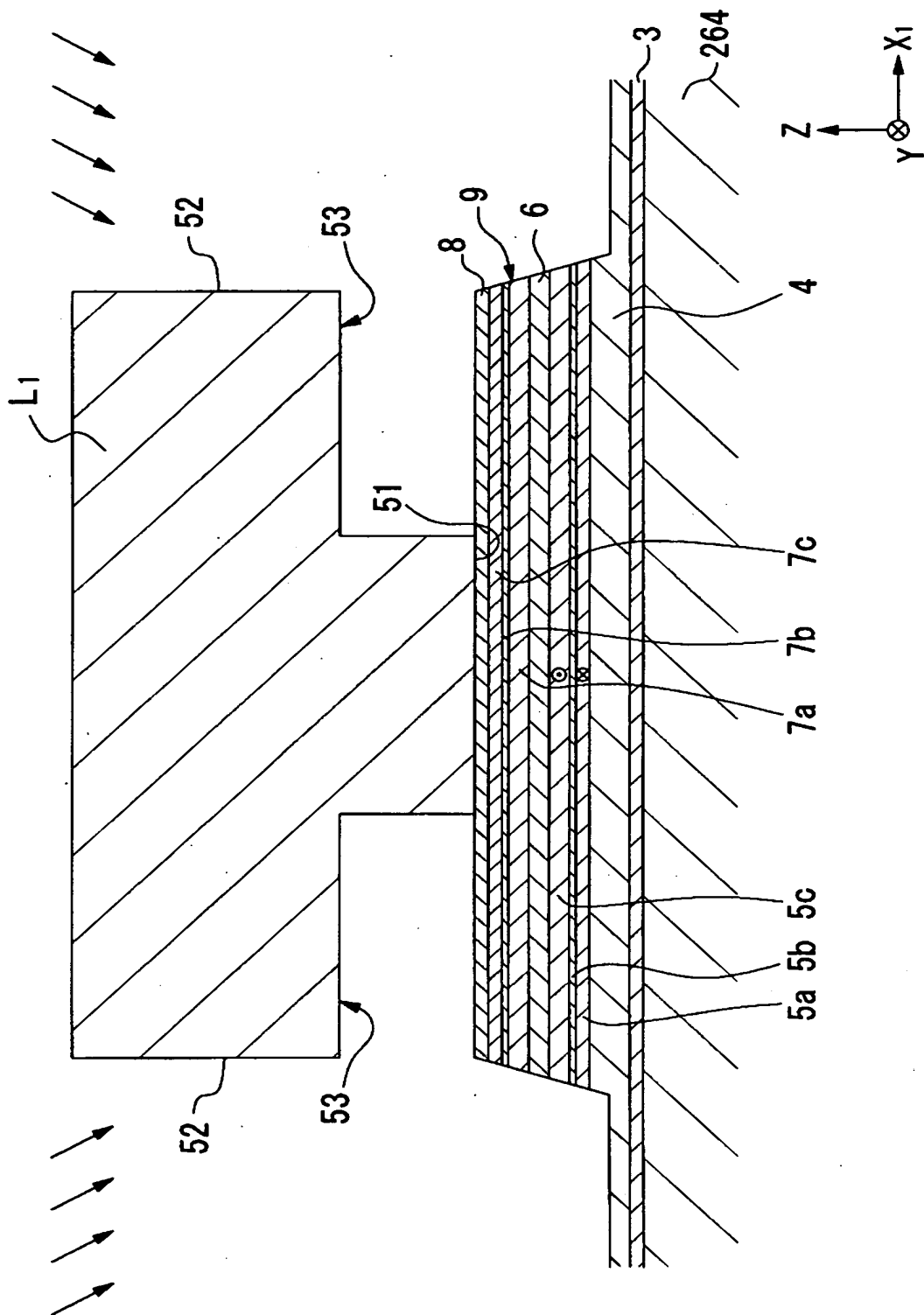
【図10】



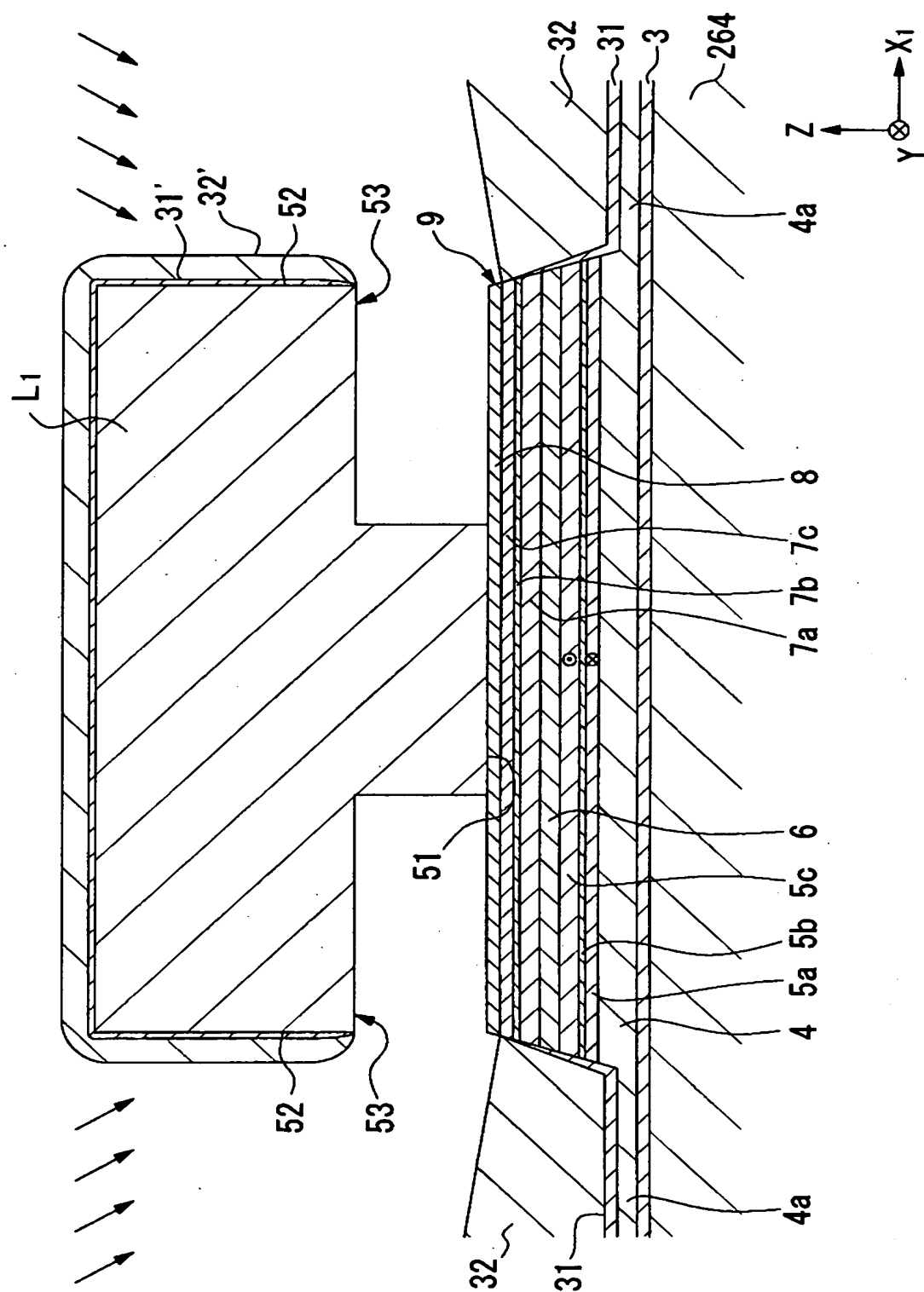
【図 11】



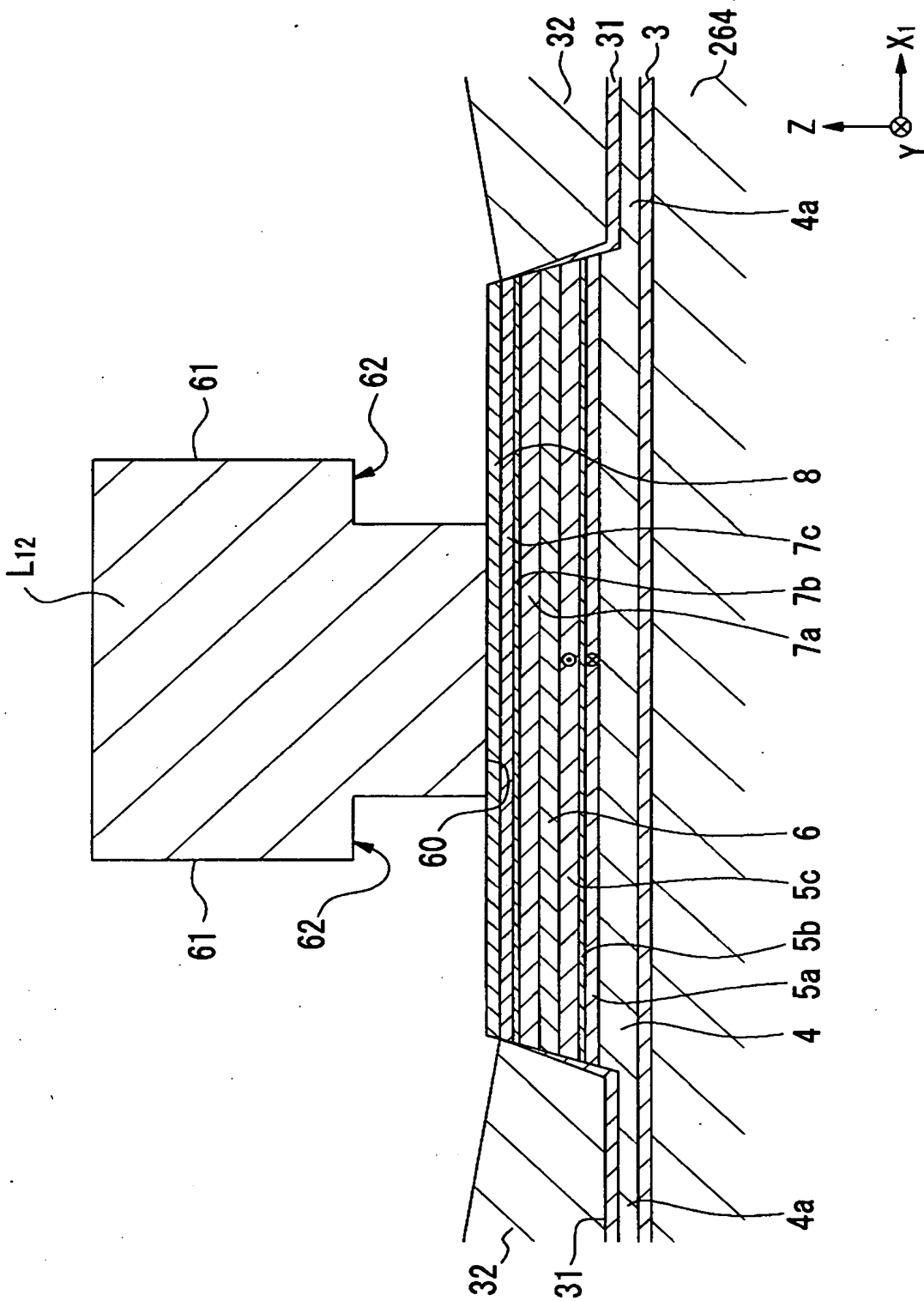
【図 12】



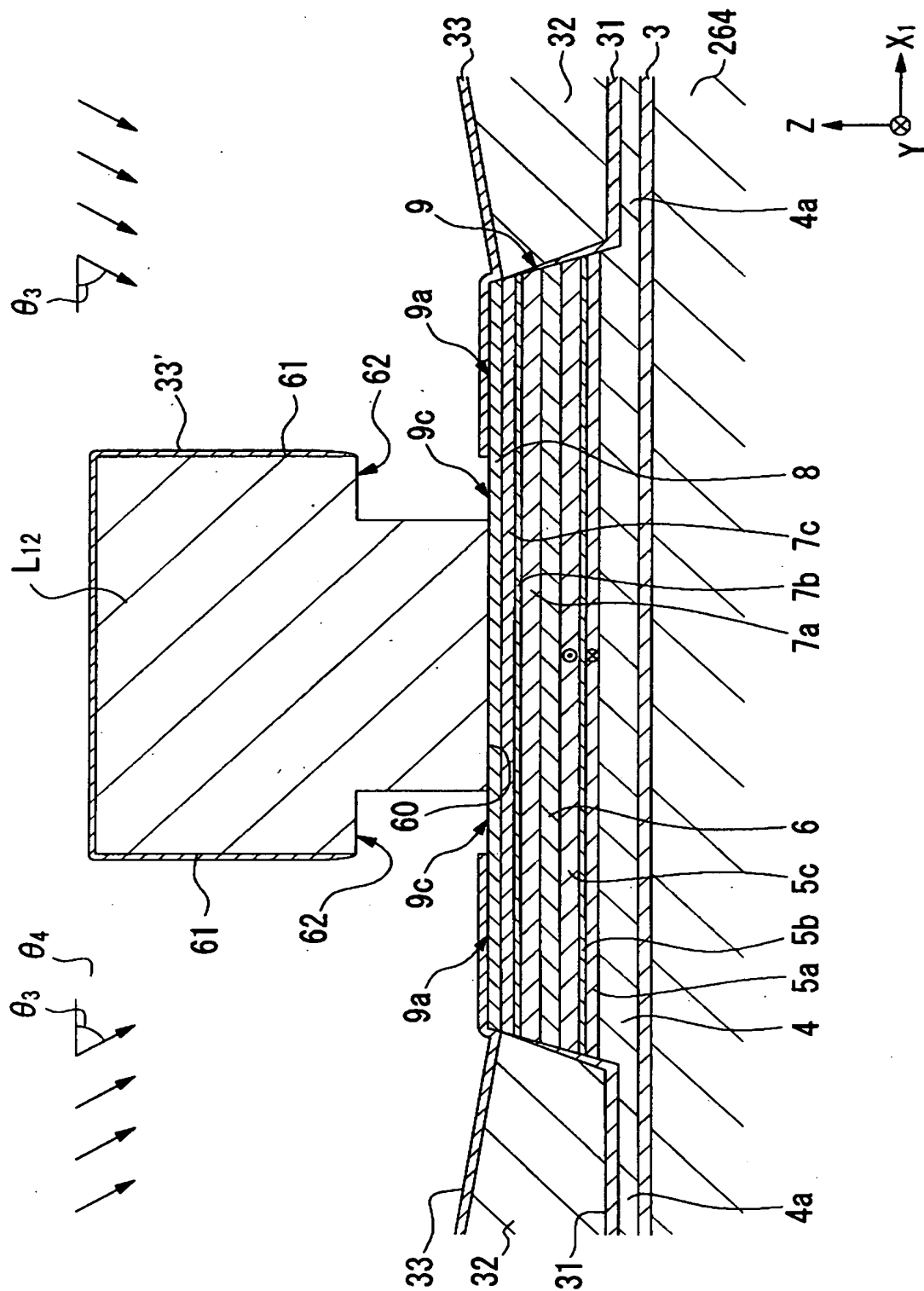
【図13】



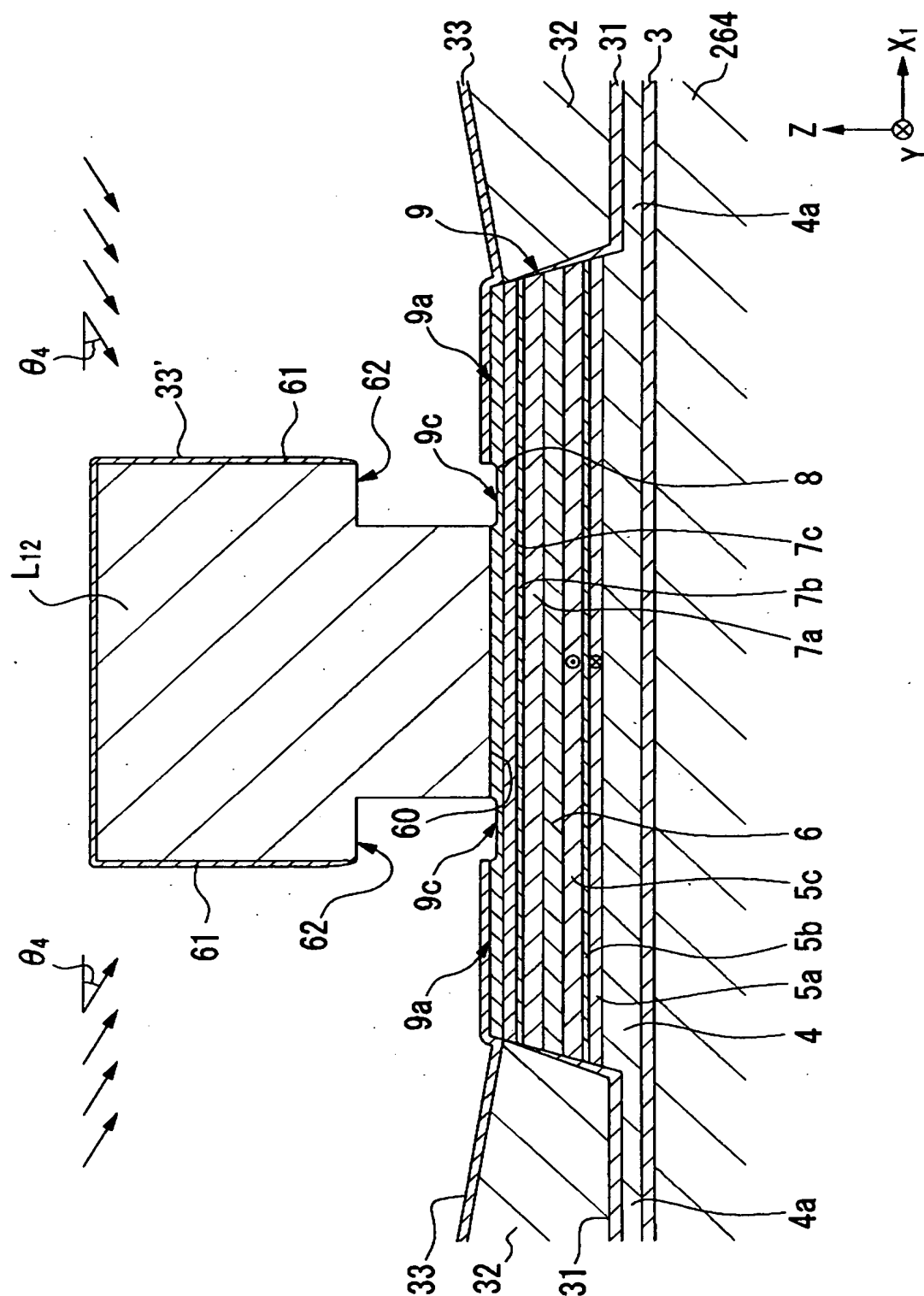
【図 14】



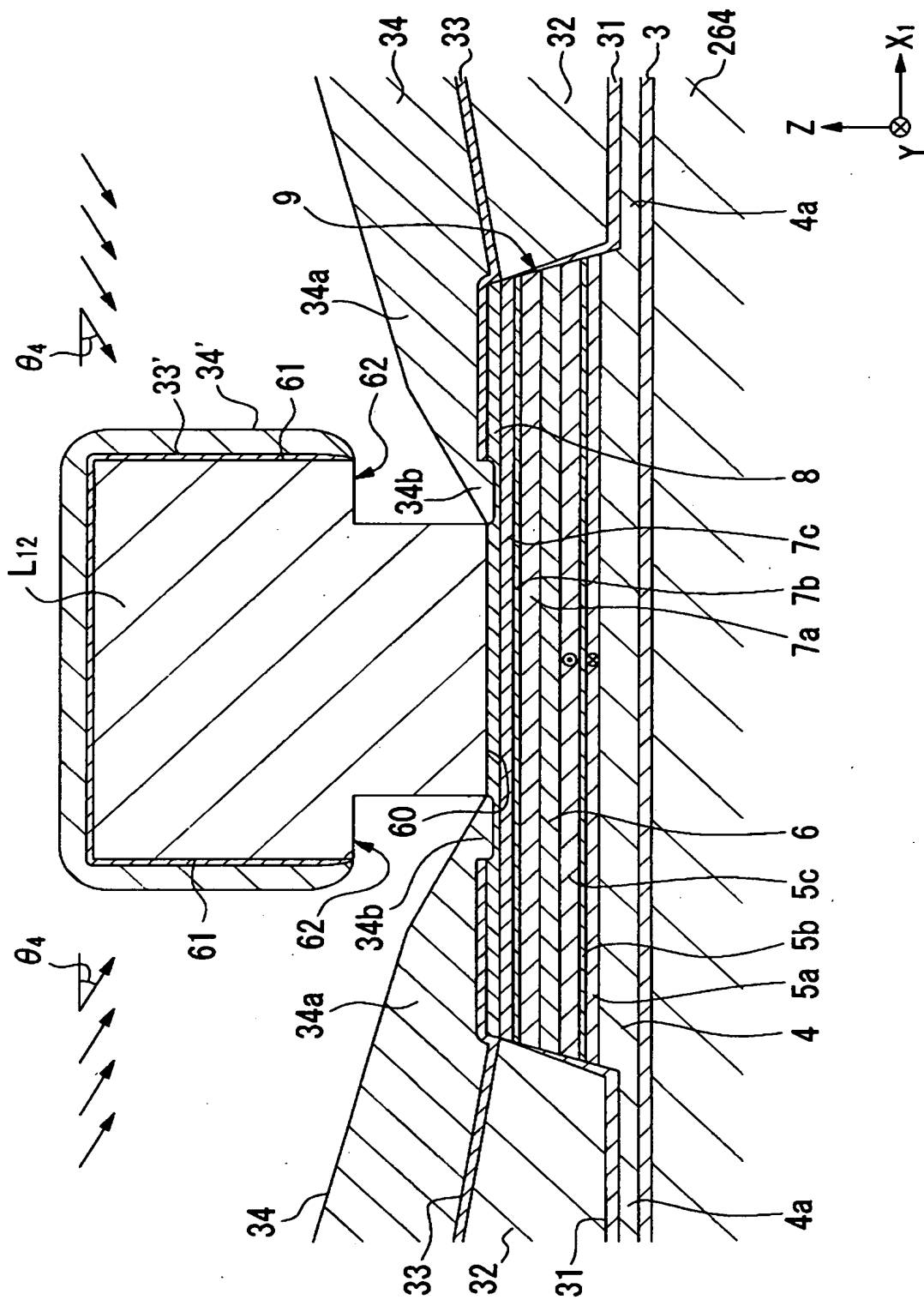
【図15】



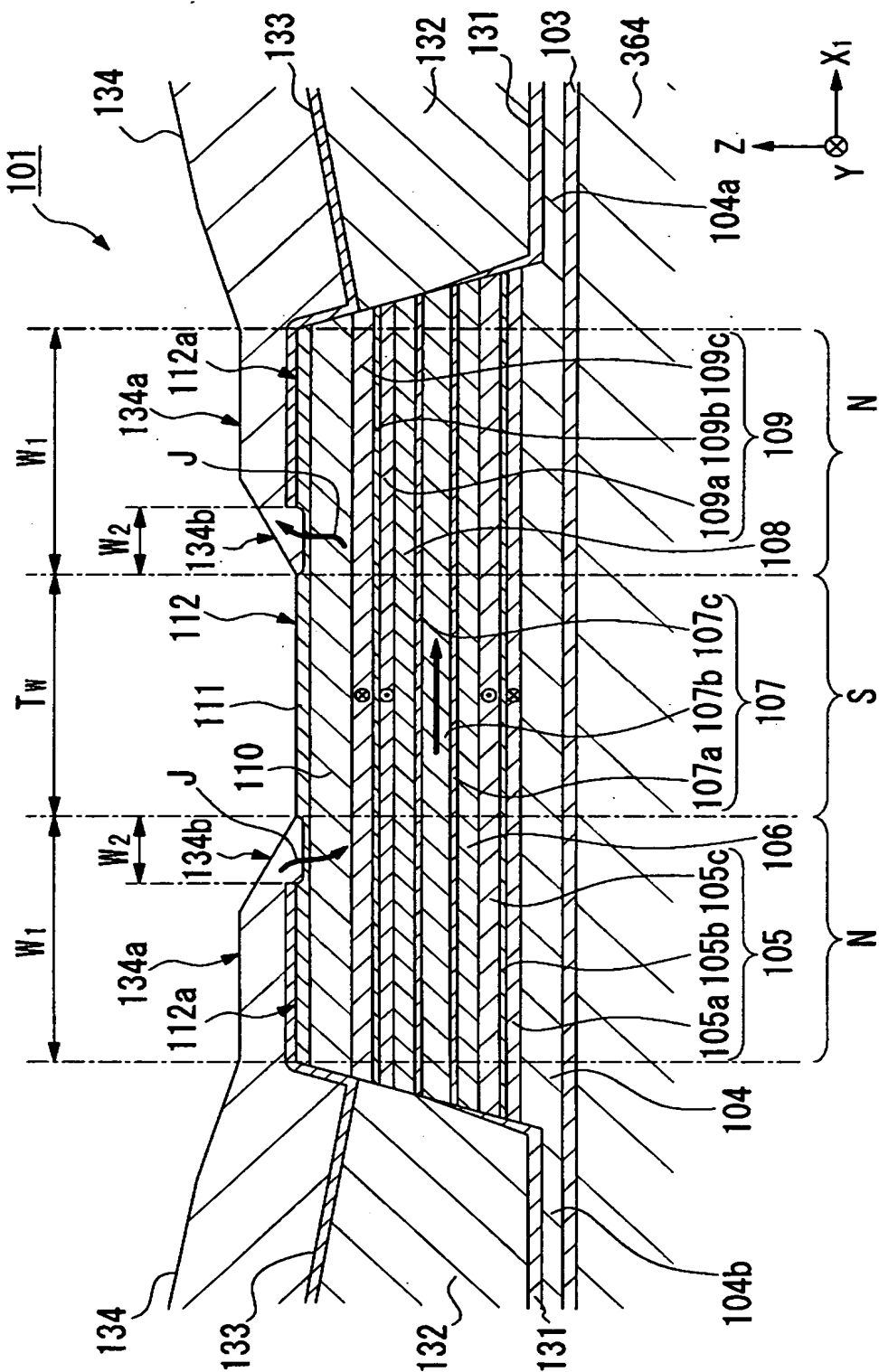
【図 1 6】



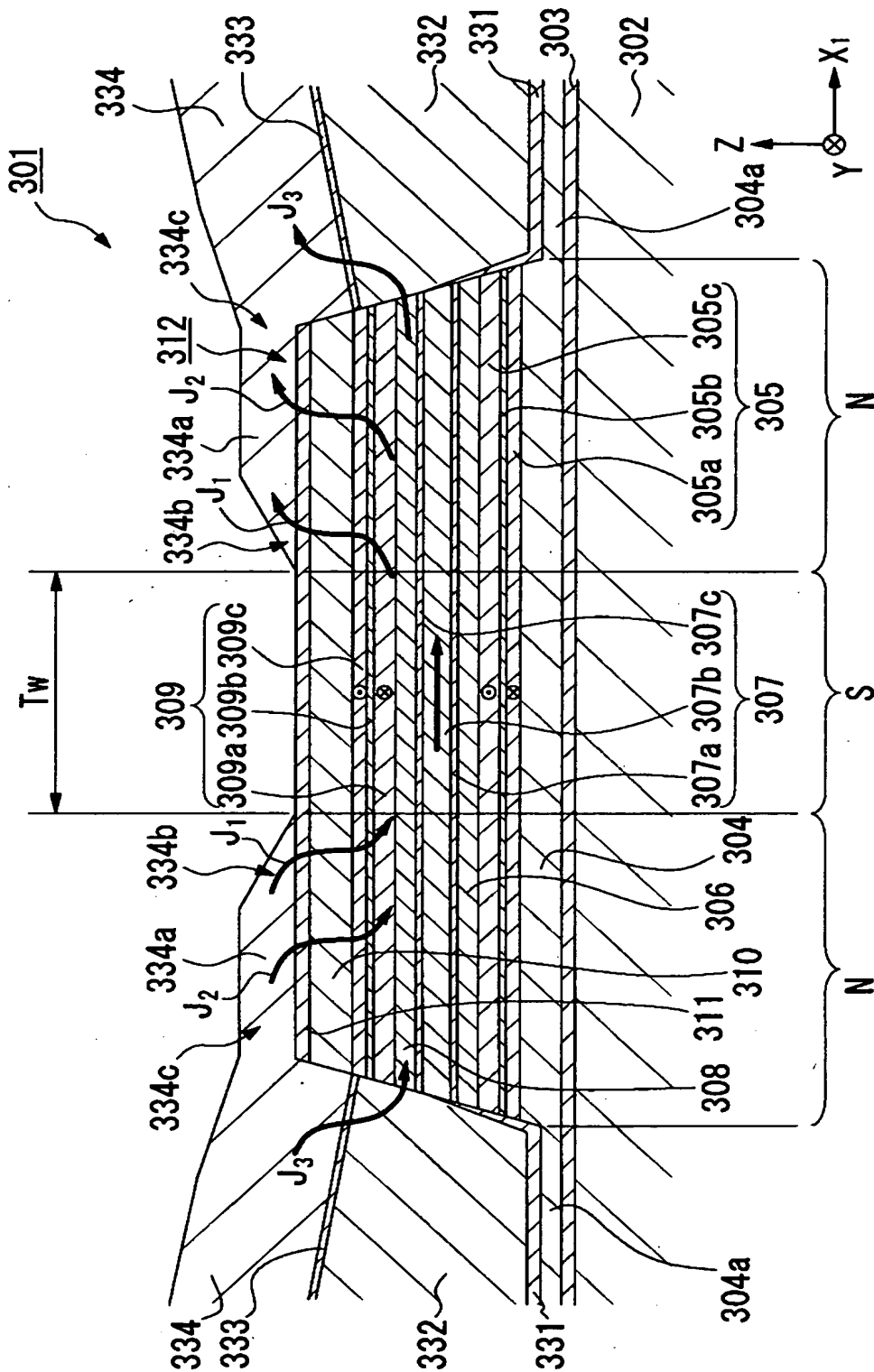
【図 17】



【図18】



【図 1 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 出力特性の向上を図るとともにサイドリーディング発生の防止することが可能なスピナルバルブ型薄膜磁気素子を提供する。

【解決手段】 フリー磁性層 7 及び固定磁性層 5 を備える積層体 9 と、フリー磁性層 7 の磁気モーメント方向を一方向に揃える一対のハードバイアス層 3 2, 3 2 と、ハードバイアス層 3 2, 3 2 上から積層体 9 のトラック幅方向両端部分 9 a、9 a まで延在する一対の絶縁膜 3 3, 3 3 と、絶縁膜 3 3, 3 3 を介してハードバイアス層 3 2, 3 2 上に積層された一対のリード層 3 4, 3 4 とを具備してなり、リード層 3 4, 3 4 には積層体 9 の一部上まで延在するオーバーレイ部 3 4 a、3 4 a がそれぞれ設けられ、オーバーレイ部 3 4 a、3 4 a の先端部分 3 4 b、3 4 b が絶縁膜 3 3, 3 3 よりも積層体 9 の中央側まで延在して積層体 9 に接合することを特徴とするスピナルバルブ型薄膜磁気素子 1 を採用する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-328276
受付番号	50001392227
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成12年10月30日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000010098
【住所又は居所】	東京都大田区雪谷大塚町1番7号
【氏名又は名称】	アルプス電気株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】	志賀 正武
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100108578
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】	高橋 詔男
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100089037
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】	渡邊 隆
----------	------

【選任した代理人】

【識別番号】	100101465
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】	青山 正和
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100094400
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

次頁有

認定・付加情報（続き）

【氏名又は名称】	鈴木 三義
【選任した代理人】	
【識別番号】	100107836
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	西 和哉
【選任した代理人】	
【識別番号】	100108453
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	村山 靖彦

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000010098]

1. 変更年月日 1990年 8月27日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区雪谷大塚町1番7号
氏 名 アルプス電気株式会社

拒絶理由通知書

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 3 2 8 2 7 6
起案日	平成 1 5 年 1 1 月 1 7 日
特許庁審査官	中村 豊 9 1 8 6 5 D 0 0
特許出願人代理人	志賀 正武 (外 6 名) 様
適用条文	第 2 9 条第 2 項、第 2 9 条の 2

この出願は、次の理由によって拒絶をすべきものである。これについて意見があれば、この通知書の発送の日から 6 0 日以内に意見書を提出して下さい。

理 由**<理由 1>**

この出願の下記の請求項に係る発明は、その出願前日本国内又は外国において頒布された下記 of 刊行物に記載された発明又は電気通信回線を通じて公衆に利用可能となった発明に基いて、その出願前にその発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者が容易に発明をすることができたものであるから、特許法第 2 9 条第 2 項の規定により特許を受けることができない。

<理由 2>

この出願の下記の請求項に係る発明は、その出願の日前の特許（実用新案登録）出願であって、その出願後に出願公告（特許掲載公報の発行又は実用新案掲載公報の発行）又は出願公開がされた下記の特許（実用新案登録）出願の願書に最初に添付された明細書又は図面に記載された発明（考案）と同一であり、しかも、この出願の発明者がその出願前の特許（実用新案登録）出願に係る上記の発明（考案）をした者と同一ではなく、またこの出願の時に於いて、その出願人が上記特許（実用新案登録）出願の出願人と同一でもないので、特許法第 2 9 条の 2 の規定により、特許を受けることができない。

記 (引用文献等については引用文献等一覧参照)

理由 1 について

- ・請求項 1 - 1 5
- ・引用文献等 1, 2

理由 2 について

- ・請求項 1 - 1 5

・引用文献等 3

[備考]

各引用例には、本願と同様の構造の磁気ヘッドがそれぞれ記載されている。

そして、リフトオフマスクを使用してスパッタ成膜するに際し、その成膜（延在）領域を制御するために、スパッタ粒子を堆積する方向を選択すること、大きさが異なるリフトオフマスクを選択使用することは、それぞれ周知慣用技術であるから、本願発明と各引用例の製造方法上の差違については格別でない。

引用文献等一覧

1. 特開2000-207713号公報
 2. 特開2000-216455号公報
 3. 特願平11-212993号（特開2001-043512号）
-

先行技術文献調査結果の記録

- ・調査した分野 IPC第7版 G11B5／39
DB名
- ・先行技術文献 特開平6-223336号公報
特開平11-185223号公報
特開平11-213342号公報
特開平11-175920号公報

この先行技術文献調査結果の記録は、拒絶理由を構成するものではない。

Dispatch Date: November 25, 2003

Notification of Reasons for Refusal

Patent Application No. 2000-328276

Drafting Date November 17, 2003

JPO Examiner Yutaka NAKAMURA 9186 5D00

Agent for Applicant Masatake SHIGA and other six persons

Applied Provisions Patent Law Sections 29(2) and 29bis

This application should be refused for the reasons mentioned below. If the applicant has any argument against the reasons, such argument should be submitted within 60 days from the date on which this notification was dispatched.

Reasons

<Reason 1>

The invention described below of this application could have been easily made by persons who have common knowledge in the technical field to which the invention pertains, on the basis of the inventions described in the publication listed below which was distributed in Japan or foreign countries or the invention which was publicly available through electrical communication lines prior to the filing of the subject application; hence, this invention is unpatentable under the provision of Japanese Patent Law Section 29(2).

<Reason 2>

The invention described below of this application is identical to inventions (devices) disclosed in the specification or drawing(s) originally attached to the

request of another application for patent (utility model registration) which was filed prior to the filing date of the patent application and was published as an examined (Kokoku) or unexamined (Kokai) patent publication (publication of the Patent Gazette or Utility Model Gazette) after the filing of the patent application, the inventor of this patent application is not the same as the inventor (creator) of the other application for patent (utility model) filed prior to the filing date of the patent application, and the applicant of this patent application when this application was filed was not the same as the applicant of the other application for patent (utility model); hence, this invention is unpatentable under the provision of Japanese Patent Law Section 29bis.

Note (The list of Cited Documents etc. is shown below)

For Reason 1

- Claims 1 to 15
- Cited Document etc. 1 and 2

For Reason 1

- Claims 1 to 15
- Cited Document etc. 3

[Remarks]

These cited documents disclose magnetic head having structures similar to that in the subject application.

It is well-known conventional art to select the direction for depositing sputtered particles and a suitable mask among masks having different sizes to control the region to be deposited in film deposition by sputtering though a lift-off mask; hence, there is no significant difference in process between the subject invention and the cited references.

Document No. J81952A1 Dispatch No. 408973

3

Dispatch Date: November 25, 2003

List of Cited Documents etc.

1. Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 2000-207713
 2. Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 2000-216455
 3. Japanese Patent Application No. 11-212993 (Unexamined Publication No. 2001-043512)
-

Record of the results of prior art search

•Fields searched IPC 7th Edition G11B5/39
 Database Name

•Prior art document

Japanese Unexamined Patent Application Publication Nos.
6-223336,
11-185223,
11-213342, and
11-175920

This record is not a part of the reason for refusal.